

# リスク認知バイアスに基づくソフトロー・ハードローの進化経済学的分析

大塩 浩平

明治大学大学院情報コミュニケーション研究科

## 要旨

本論文は人間の意思決定メカニズムと、個々人の意思の相互作用によって進化を続ける社会経済現象の一部としてのソフトローとハードローに着目し、繰り返しゲームをフレームワークとしたリスク認知バイアスの数理モデルを用いた法規制の進化経済学的な分析を行ったものである。ハードローのみのゲームと、ソフトローとハードローが混在するゲームを設定し、シミュレーションを行った結果、法が存在する領域において、立証可能性や利益獲得力といったものに行動の進化の方向性が依存することがわかった。また、ハードローとソフトローを適切に組み合わせることで、主体の利益を長期的に大きくできることを示すことができた。進化経済学を用いてソフトローをより正確に理解することで、これからのソフトロー研究にとって、進化論的な視点を取り入れることの一定の有効性を示した。

キーワード：リスク認知バイアス、ソフトロー、ハードロー、進化経済学、シミュレーション

## 1. はじめに

我々人間は集団で暮らす上で、規範（ルール）を守りながら生活している。規範と言っても、その種類や性格はいくつかに分類することができる。社会生活の中で人が守るべきルールである社会規範は、道徳や礼儀、宗教、習慣（習俗）などが含まれ、当然「法」もまた社会規範としての1つに位置付けられる。しかし、他の社会規範と大きく異なる点として、法が国家によって強制されるものであり、違反者に対して、国家が一定の制裁または不利益を課すことができる。これ以外にも、法が人間の行為はその人の自由意思によって導かれることを前提として、行為の基準を示す行為規範の1つである。そして法は人に従うことを要求するものであるから、強制規範である。これらのようにいくつかの規範の組み合わせによって、法は社会で機能している。<sup>1</sup> 古代法と呼ばれるハンムラビ法典のような民法・刑法・商法・訴訟法などを基本とした初期の法システムが誕生してからおよそ3800年が経過し、多くの人々は社会生活の基盤となった法の恩恵を享受して、もしくはその制約を受けながら生きているのである。

しかしながら普段の生活において、一般的な人々は「法を常に意識して」数多の意思決定を行っている、というのはほとんどあり得ない。例として、「立入禁止」と書いてある看板が掲げている場所があれば、そこには怪我を負う等の危険があることをなんとなく察知して（看板のみならず、止め石やフェンス、有刺鉄線などで物理的に侵入不可である場合もある）、通常であれば立ち入らないだろう。あるいは、立ち入り禁止とされているところに、子供たちがサッカーや野球をやっているうちに、ボールが飛んでいってしまい取りに行かなくてはいけない、あるいは目的地までの近道だから、もしくは何か他人の所有物を盗むために、という理由でリスクを恐れず入り込んでしまうこともありえよう。アメリカであれば、過去に留学していた日本人大学生が不法侵入者と間違われて射殺される、という悲しい事件があった<sup>2</sup>。かといって、立ち入り禁止を見るたびに逐一立ち止まって「なぜ立ち入ってはいけないのだろうか？ そこに何か問題があるのだろうか？ 私有地であるから、立ち入れば軽犯罪法に違反するのだろうか？ いや、もしかすれば国が…」などと深く考える人は多くないはずである。日本のみならず、世界においてどれほど優れたルールや法律が存在し、それらが広く認知され、一般的に使いこなせる状況であったとしても、一部の人間は窃盗、暴行、傷害、詐欺、横領・遺失物等横領などの犯罪をどこかで起こしている<sup>3</sup>。では法という優れたシステムができてから何千年も経過しているにも関わらず、なぜ人々は思考過程にそれを組み込んでいないのだろうか、あるいは組み込むことができないのだろうか。

<sup>1</sup> 産労総合研究所 第1章基本三法（憲法・刑法・民法）を学ぶ前に（<https://www.e-sanro.net/share/pdf/syoin/86326-229.pdf>）2023年9月9日閲覧。

<sup>2</sup> この事件の判例については、Hattori v. Peairs, 662 So.2d 509 (1995)参照。

<sup>3</sup> 警察庁 犯罪統計書令和3年の犯罪（[https://www.npa.go.jp/toukei/soubunkan/R03/pdf/R03\\_ALL.pdf](https://www.npa.go.jp/toukei/soubunkan/R03/pdf/R03_ALL.pdf)）2023年9月11日閲覧。

先の問いに対する1つの答えは、ヒト科の生物学的な進化がホモ・サピエンスの時代で終わっており、法という抽象度の高いシステムを処理できないから、という「脳の限界」である。そしてもう1つ考慮すべきは、人間が生物学的に備えている「経済性」である。すなわち、意思決定の際に思考のコストを節約し、素早く判断を導き出そうとする。そうすることで、エネルギーのロスを減らし、無駄なエネルギーを使わなくて良い。このようなヒューリスティックな手法によって、我々人間は生存競争を生き抜いてきたのである<sup>4</sup>。では、法律に基づく判断は人間の生存にとって合理的ではないのであろうか？ そうではない。現代では、法律・法令・条例などの法的拘束力・強制力があり、形式的かつ画一的で裁判所で履行が義務付けられている「ハードロー」と、法的拘束力が弱く、実質的で柔軟性がある社会規範としての「ソフトロー」を“うまく”使い分けている、というのが答えである<sup>5</sup>。ハードローであれば国家による強制規範としての意味が強い反面、ソフトローのように具体的な事象に即時的に対応できない、という問題点がある。身近な例で考えてみよう。例えば、映画やコンサートを鑑賞している際に、大声で喋っている人やグループがいる場合や、スマートフォンを利用している人がいれば、うるさい、眩しくて観劇に支障が出るといった理由で、周囲の観客から疎まれ嫌がられる<sup>6</sup>。このような場合には、マナー違反・ルール違反で係員から注意される程度で（出入り禁止になるかもしれない）、法律違反になり、裁判で裁かれることではない。しかし、上映されている映画を無断で撮影・盗撮すれば、映画の盗撮の防止に関する法律（映画盗撮防止法）によって、著作権侵害罪で刑事罰の対象になる。さらに、盗撮した映像をインターネット上に違法アップロードすることや、その映像をダウンロードすることも著作権法違反になる。ところが、「海賊版サイト」と呼ばれるような漫画や映画、アニメなどのコンテンツを、著作者や出版社の許可を得ず、インターネット上で不正に公開しているウェブサイトは完全になくなることはない。その理由として、それらのコンテンツを見たいという人が、表向きには公表せずともかなりの需要が存在するため、サイト上のインターネット広告で大きな利益が出るような仕組みになっていることも踏まえて、海賊版サイトの撲滅が非常に難しい状況となっている。

ハードロー・ソフトローの例を挙げればキリがない。具体的な話から、より一般的な部分に目を向けてみよう。心理的傾向などを一切考慮せず、最小の法の機能として必要とされるものは、抽象度の高いルールを設定し、論理的な操作を通じて当該行為が「正しい」か「正しくない」かについて判断できることである。しかし、この正しさというものを判断する側の主観的な要素（限りなく取り除かれているはずではあるが）や、社会的影響（世論や雰囲気、世間一般の常識など）が少なからず含まれてしまう。さらに根本的な問題として、法律行為の際には意思能力や行為能力の有無が問われる。そのため、リスクを認知し正しい行為を行うという部分において、そこに先入観や非合理性、すなわち「バイアス」が働くことを前提としなくてはならない。そこで、リスク認知バイアスを踏まえたソフトローとハードローの進化原理を理解し、それらを踏まえて設計できれば、今後の法政策や公共政策などの企画・立案において有用ではないかと考えられる。本研究では、繰り返しゲームに着目して、フレームワークの組み立てを行っている。さらに、単なる数式での表現のみならず、コンピュータを用いたシミュレーションと可視化によって、より詳細にリスク認知バイアスが働く場における法の実効性の確保についての議論を行っている。

またタイトルにある進化経済学のあり方について、西部（2000）では次のように述べられている。「進化経済学が要請されているのは、大規模な経済をその中で多様な諸制度が競争・共生しながら進化する過程としてより現実的かつ実在的に記述するためであり、また、大規模な経済を構成する諸制度をいかなる倫理やルールに基づいて設計構築していくかを提示するため」また「進化論的な方法論=メタ経済学は、諸概念の意味論的な変異や種差を系統発生的進化の観点から肯定的に認識する。進化経済学が標榜する多元主義とは、諸学派的競争と共存を可能にし、経済学を豊穡化させるための一般的条件なのである。それは、アカデミズムにおける専門家集団の独善主義や閉鎖主義をその内部から打開する革新的担い手の存在を許容するような「開放性」をも意味している。」という、従来の経済学とは異なった進化論的な仕組みから諸制度を解明するという指向性がある。私は、本論文において進化心理学的な理論構築と、包括適応度の変化という視点から

<sup>4</sup> 身の危険が迫っている時に、行動せずいちいち考えていたら死んでしまう。サバンナ仮説を参照。

<sup>5</sup> 実際には人々の行動を制約する要素として、法（ハードロー）、社会規範（ソフトロー）、市場（価格を通じた統制の場）、アーキテクチャ（自動執行性が伴う規制）があるが、ここでは事後的なサンクションを伴う法と社会規範のみに限定して議論を行うこととした。

<sup>6</sup> 総合映画情報サイト「映画.com」が2019年にX(旧Twitter)で実施した「1番許せない劇場でのマナー違反」調査（9380人が回答）によると、「上映中のおしゃべり」が45.1%、「暗闇でスマホをいじる」が40.8%となった。

研究を行なっている。進化心理学は我々人間が持つ一般的な心理学的特性が石器時代の環境への適応の産物であるとみなしている。その考えに基づいて、リスク認知バイアスとして分類された事項に対して、進化心理学的な解釈を与えることで、包括適応度や繰り返しゲームといったツールが利用可能であることが示されたため<sup>7</sup>、シミュレーションに応用している。

これまでの議論を踏まえて、本研究はリスク認知バイアスの視点から1次元の空間構造を想定し、経済学的なパラメータを用いてソフトローおよびハードローの進化に対する進化経済学的分析を行う。本研究で扱うハードローとソフトローの関係性は、明示的契約と暗黙の契約で定義される。

次章では、先行研究として重要となるソフトローに関する研究、ハミルトン則と規範、リスク認知バイアスの3つのテーマについて述べる。第3章では、実際に分析を行うため、パラメータ設定と、ゲーム理論に基づく2つのゲームを考える。最初のゲームはハードローのみを設定したものであり、もう一つはソフトローも考慮したものである。そして第4章では前章のゲームのシミュレーションの結果を述べたのち、第5章ではソフトロー・ハードローのあり方についての議論を行う。そして第6章において本論文の結論を述べる。

## 2. 先行研究のレビュー

本章では本研究に関連性が高く、かつ必要となる先行研究についてのレビューを行う。まず第1節では、ソフトロー研究において、本研究に関わる部分の先行研究について述べる。また第2節ではハミルトン則と呼ばれる「利他的行動を受ける個体の利益に血縁度で重み付けしたものが、利他行動を行う個体が被るコストを上回るとき、利他行動が進化する」という法則を規範の研究にまで応用した例についてレビューを行う。また、第3節ではリスク認知バイアスについて、実例やその分類なども含めた先行研究のまとめを行う。

### 2.1 ソフトロー

ソフトローの定義は第1章でも述べたが、ここではゲーム理論と関わる部分について述べる。ソフトローの研究において、国際法関連の研究は充実している<sup>8</sup>。一方日本国内における規模の大きいソフトロー研究として、2003年に開始された東京大学21世紀COEプログラム「国家と市場の相互関係におけるソフトロー——ビジネスローの戦略的研究教育拠点形成」、および2008年に開始されたグローバルCOEプログラム「国家と市場の相互関係におけるソフトロー——私的秩序形成に関する教育研究拠点形成」が挙げられる<sup>9</sup>。本研究においても、この研究の成果を参考にしている。

ソフトローを経済学的・心理学的に研究を行っている中山信弘編「ソフトロー研究叢書」(1-5巻)において、「信頼」というキーワードが用いられている<sup>10</sup>。リスク認知バイアスの研究において、「不公平性」(情報の非対称性)や「信用」といったものは、繰り返しゲームの過程で発生したと考えられている。Tit-for-tat(やられたらやり返す)の戦略が集団の安定解となるのだが<sup>11</sup>、信用できない相手に対しては復讐するのが適応的だったため、「信用」できないあるいは「不公平性」を感じる対象に対してはリスクが大きくなる、とされている<sup>12</sup>。また、ソフトローを法律解釈学と法社会学の観点から、その社会規範性と裁判規範性について論じた遠藤(2022)も非常にわかりやすい。その中でソフトローは「行政ソフトロー(行政規制)」と「民間ソフトロー(民間規制)」と区別されて述べられているが、本研究ではそういった厳密な区別は行わずにモデルを考えている。

### 2.2 ハミルトン則と規範

Hamilton(1964)内で提唱されたHamilton's Rule(ハミルトン則)は、自己を犠牲にして他個体の利益になるような利他的な行動の進化についての条件を述べており、なぜ規範が進化するのかといった研究にも用いられ

<sup>7</sup> 小松・杉山(2011b)参照。

<sup>8</sup> Abbott, Snidal(2000), Chinkin(1989), Guzman(2008), Klabbers(2017)を参照。

<sup>9</sup> 東京大学大学院法学政治学研究科附属ビジネスロー・比較法政研究センター(IBC)(<http://www.ibc.j.u-tokyo.ac.jp/publications/softlaw.html>)2023年9月13日閲覧。

<sup>10</sup> 第1巻の「ソフトローの基礎理論」における第1部ソフトローの方法論 第2章渡部幹、松村敏弘「信頼と規範の社会心理学」、第3章石川博康「「信頼」に関する学際的研究の一動向」、第3部ソフトローとハードローの交錯 第4章森田果「信頼と法規範」といった幅広いテーマで信頼が用いられている。

<sup>11</sup> Axelrod, Hamilton(1981)参照。

<sup>12</sup> 小松・杉山(2011a)参照。

ている。ハミルトン則を応用した規範の諸研究について本節では述べる。

適応度という言葉には古典的な個体適応度(fitness)として子孫をどれだけ残せるかの値、すなわち繁殖成功度としての意味と、特定の対立遺伝子を持つ他の個体まで適応度を拡張した包括適応度(inclusive fitness)という使い分けがなされるが、法の学習が包括適応度を増大させる方向に進化する、という立場から検討する。以下のように包括適応度を定義する<sup>13</sup>。

$$\text{包括適応度}(F_i) = \text{直接的適応度}^{14}(F_d) + \text{助けた個体の適応度の増分(Benefit: } B) \times \text{血縁度}^{15}(\text{relatedness: } r) \\ - \text{利他行動による直接的適応度の減少分(Cost: } C)$$

すなわち、 $F_i = F_d + B \times r - C$ が成り立つ。ハミルトン則によれば、 $Br - C > 0$ の時、利他行動が進化することを説明した。この時自分の「利他行動に関する対立遺伝子」の包括適応度が上昇する。この考え方を応用した研究は数多あるが、特に人間に関わるものとして、Frank (1998), West, Pen, Griffin (2002), Nowak (2006), Lehmann, Keller (2006), Bowles (2006), West, Griffin, Gardner (2007a), West, Griffin, Gardner (2007b), West, El Mouden, Gardner (2011)といったものや、日本語文献として巖佐(1990), 一ノ瀬, 有田(2006), 木村(2012), 飯田(2016), 山内(2019), 大槻(2019), 田村(2020), 並松(2023)といった関連研究が行われている。

## 2.3 リスク認知バイアス

リスク認知バイアスとは、「客観リスクと主観リスクの乖離」と一般に定義される<sup>16</sup>。このバイアスの影響によって、合理的な合意形成が阻害され、その対策に膨大な費用を投じさせ、その費用で本来救えるはずであった、より多くの命までも救えなくしてしまう可能性を持つ。そのため、リスク認知のバイアスに関する研究は、主に災害関連のものが多くなっている<sup>17</sup>。しかし本研究においては、災害についてではなく、あくまで一般生活に対しての利活用について考えていく。例として長瀬(2012)では外敵などの身近なかつ認識しやすい「リスク1」と呼ばれるものと、稀にしか発生しない「リスク2」と分類し、リスク2については過小評価しがちである点について述べている。田島(2019)はプロスペクト理論の認知バイアスの合理性に述べている。

第1章では、リスク認知についてのヒューリスティクスの進化について述べたが、実際には生物を取り巻く環境にも影響される。特に社会規範は人に対して、文化の一部として表現型レベルで適応的な形質を伝達する手段であり、文化そのものが生物学的な進化(交叉・突然変異・選択等)をもち、人間の意思決定に影響を与える。リスク認知バイアスは石器時代の名残であり、現代社会という環境においては合理的ではない。そのため、それをどのように修正し、うまく活用していくかが重要であるといえよう。

## 3. 分析手法

本章では、ソフトローとハードローを報酬、ペナルティ、リスクといった概念と結びつけてゲームを設定し、シミュレーションを行いたいと考えている。

### 3.1 ゲーム1: ハードローのみを仮定する場合

繰り返しゲームを用いて包括適応度 $F_i$ を計算するため、小松・杉山(2011a)に基づいてゲームを次のように定義する。

【(ハードローに基づく)法的規制や制裁・罰則などのペナルティが発生する点を $P$ とする時、この点をハードローによって発生するリスクと呼ぶ。1回のゲームにおいて、行為主体は原点 $O$ から出発し、原点からの

<sup>13</sup> この表現は国立大学法人東京農工大学テニユアトラック事業 小山哲志氏の資料より引用した。  
(<http://www.tenure-track-tuat.org/tenure/uploads/20161201104437.pdf> (2023年9月12日閲覧))

<sup>14</sup> 直接的適応度は生殖や子供の世話による自身の繁殖成功度合いを表す。

<sup>15</sup> 血縁度は個体間の遺伝子の共有度合いを表す。

<sup>16</sup> 日本リスク学会 (2006) 参照。

<sup>17</sup> 地震リスクや災害リスクに関して、山口, 多々納, 岡田(2000), 柴崎, 家田(2000), 多々納(2003), 川脇康生(2007), 菊池(2018)などの研究が行われている。

距離が大きく、リスク $P$ に近づくにつれて報酬 $R$ が増加し、それと同時に法的ペナルティが発生する確率 $Q$ も増加する。ペナルティの発生確率が増加するほど、生存確率も減少する。】

このゲームを行うにあたり、一般的な市民を表現する行為主体と、ハードローの設計を行うことが可能な立法主体の2つのパラメータに着目し、それらの利益とペナルティの双方を同時に最大化するという最適化問題を解く必要がある<sup>18</sup>。しかし、この最大化問題においては、行為主体はどこにペナルティの発生ポイントが存在するかの認識は、各自のバイアスによって構成されており、正確な位置（点 $P$ の位置）は把握できない。そのため、 $P$ に向かって線形的に報酬が増加し、その反面生存確率は減少する、という簡易的なモデルを考える。一方の立法主体はどこで/その程度のペナルティを発生させるかに関する正確な情報を持ち得ず、行為主体が想定する以上の過大なペナルティを課してしまう（これはつまり、社会的な厚生水準の期待値を最大にしようとするとき、利得獲得能力が高い活動主体の活動を減らすことにつながり、結果としてペナルティは過大になる傾向を示している）。そのため、行為主体の生存確率を下げることにつながる、とここでは考える。言い換えれば、このゲームにおいてリスク認知バイアスのみならず、情報の非対称性が成り立つものと仮定している。

この問題は、瀬下 2006 によって定義されたパラメータを用いる。ペナルティ $P$ を決定するには、通常の経済活動を行う主体 $H$ が社会規範に則って生活している場合の活動を $N_{i,j}$ 、その活動に伴う金銭的あるいは非金銭的利益獲得力を $\theta$ (平均 1, 分散 $\sigma^2$ )として、立法主体 $H'$ が立法活動 $Z_{i,j}$ を行う時、その目的関数は $\theta$ の期待値とペナルティ $P$ を同時に最大化する必要があるため、活動主体と立法主体の目的関数はそれぞれ

$$\max_N \theta \log N - prNP \quad (1)$$

$$\max_P E_\theta \left\{ \theta N_{i,j} - \frac{q N_{i,j}^2}{2} L \right\} \quad (2)$$

と書くことができる。ただし $N_{i,j} \in \operatorname{argmax}_N \{\theta \log N - prNP\}$ を満たす。ここで $E_\theta$ は $\theta$ についての期待値、 $q$ は損失発生確率、 $L$ は損失、 $N$ は規範の存在の認知に関わらず行われる活動、 $\operatorname{argmax}$ は最大値を与える引数、 $pr$ は立証可能確率の相対的な高さを表す定数であり、 $prN$ はペナルティを与える立証可能確率を表している。これらを計算して

$$N_{i,j} = \frac{\theta}{prP} \quad (3)$$

$$P = \frac{\sqrt{qL(1 + \sigma^2)}}{pr} \quad (4)$$

と求めることができる。式(3)は、主体の活動は利益獲得力とここからさらに前節で説明した包括適応度を用いた計算を行う。包括適応度の計算においてハミルトン則 $Br - C > 0$ が成り立つと仮定して、直接的適応度は個体 $N_{i,j}$ が $G$ 回ゲームに参加し、報酬 $R$ は原点から $N_{i,j}$ の距離 $dist$ を用いて $R = \theta \times dist$ で表現し、ペナルティ発生確率 $Q = pr \times dist$ と定義する。このゲームに参加するときに得られる報酬の期待値 $E$ は以下のように計算される。

$$E = GR \cdot (1 - Q)^G \quad (5)$$

ただし、 $1 - Q$ は生存確率を表す。包括適応度を最大化する問題を考察するためには、 $n$ を血縁個体が認識できる子孫個体数、 $r_j$ を血縁度、 $a_j$ を子孫個体との世代ギャップとして、先ほどの定義から以下のように表現できる。

<sup>18</sup> このモデルはBaker, Gibbons and Murphy(1994)参照。

$$\max \left\{ E + \sum_{j=1}^n (r_j (1 - Q)^{a_j} E - C) \right\} \quad (6)$$

この計算結果については次章で述べる．しかし，このゲームにはソフトローによる影響を加味できていない不完全なゲームであるため，次節ではハードローも混在する状況を仮定したゲームを考えることとする．

### 3.2 ゲーム2：ソフトローとハードローが混在する場合

前節と同様の手法でソフトローが混在する場合のゲームを次のように定義する．

【法的規制や制裁・罰則などのペナルティが発生する点を $P_{hard}$ とする時，この点をハードローによって発生するリスクと呼ぶ．一方，ソフトローによってペナルティが発生する点を $P_{soft}$ として，この点をソフトローによって発生するリスクと呼ぶ．1回のゲームにおいて，行為主体は原点 $O$ から出発し，原点からの距離が大きくなり，リスク $P_{soft}$ に近づくにつれて報酬 $R$ が増加し，それと同時に社会規範的ペナルティが発生する確率 $Q_{soft}$ も増加する．さらに， $P_{soft}$ を超えた場合，ゲーム1と同様に原点からの距離が大きくなるほど報酬の増加量とペナルティの発生確率が増加し，生存確率も減少する．】

ソフトローによる規範は，行為主体にとって認識しやすいものと定義されており，リスクの点 $P_{soft}$ に近づくまで，ペナルティ発生リスクに関してはシグモイド曲線に依存するものとする．すなわち，通常の振る舞いを行っている場合には，それがあ程度の危険性や問題を含んでいても，社会規範として認知されている，あるいはソフトローとして規制が作られている場合，その効力が発生するギリギリまでは主観的にリスクをとらえていると考えている．ソフトローに対するリスク発生確率は

$$Q_{soft} = \frac{1}{1 + e^{-dist}} \quad (7)$$

であり，これを用いて生存確率 $S_{soft}$ は

$$S_{soft} = \frac{1}{1 + e^{Q_{soft}-1}} \quad (8)$$

と定義する．ただし，ここでも問題になるのはハードローの位置である．ソフトローのペナルティが発生するポイントはある程度予想できていても，ハードローに関してはソフトローより原点側にあるのか，あるいは外側にあるのかは行為主体にとってはわからない．そのため，報酬の増減に関して，次のように仮定することにした．

$P_{soft}$ は $P_{hard}$ より原点 $O$ に近いものとする．その際に， $P_{soft}$ までの報酬はある一定の部分で高止まりするものとする．その理由として，社会規範で禁じられている，もしくはガイドラインなどで多くの人間に共有された行動の指針や方向性のもとでの判断となるため， $P_{soft}$ までに主体が得ることができる報酬はリスクへの距離に比例して大きくなる，というのではなく，「リスクに対する期待値を最適化する」と考えて，距離に対して対数関数を用いて報酬を計算することとする．一方で， $P_{soft}$ と $P_{hard}$ の間では，ゲーム1でも考えたように $P_{hard}$ までの距離に合わせて報酬とリスクの発生確率が変化するように考える．

本ゲームでは，ある一定のライン（ $P_{soft}$ ）を超えると，一時的に利益獲得が減少し，その後また $P_{hard}$ まで報酬が得られるように設定してある．次章ではこれらの設定を生かしてシミュレーションを行う．

## 4. 結果および分析

### 4.1 ゲーム1の場合

先行研究<sup>19</sup>では、ゲームの回数を1回とし、かつコスト $C = 0$ と定義していたが、本研究ではゲームの回数が2回の場合を考え、かつコストが発生する状況を考慮する。ゲームの回数が2回の場合、式(6)は以下のように書くことができる。

$$\max\{E + r_1(1 - Q)^{a_1}E + r_2(1 - Q)^{a_2}E - 2C\} \quad (9)$$

ただし $E = 2R \cdot (1 - Q)^2$ で書くことができる。血縁度と世代ギャップに関して、 $r_1 = 0.5, r_2 = 0.25, a_1 = 1, a_2 = 2$ で定義する。また、コスト $C = 1$ で固定する。距離 $dist$ を横軸として、縦軸を報酬の期待値すなわち包括適応度としてグラフを描画した。また、利益獲得力 $\theta$ と立証可能性 $pr$ をいくつかの値で固定化させることで、状況が変化することがわかった。 $\theta$ (平均1,分散 $\sigma^2$ )であるため、 $\sigma = 3$ とみなしている。

- ① $\theta = 1.0, pr = 0.95$ の場合(利益獲得力が低い個体が、立証可能性が高い状況下で動く),
- ② $\theta = 10.0, pr = 0.95$ の場合(利益獲得力が高い個体が、立証可能性が高い状況下で動く),
- ③ $\theta = 1.0, pr = 0.5$ の場合(利益獲得力が低い個体が、立証可能性が低い状況下で動く),
- ④ $\theta = 10.0, pr = 0.5$ の場合(利益獲得力が高い個体が、立証可能性が低い状況下で動く),

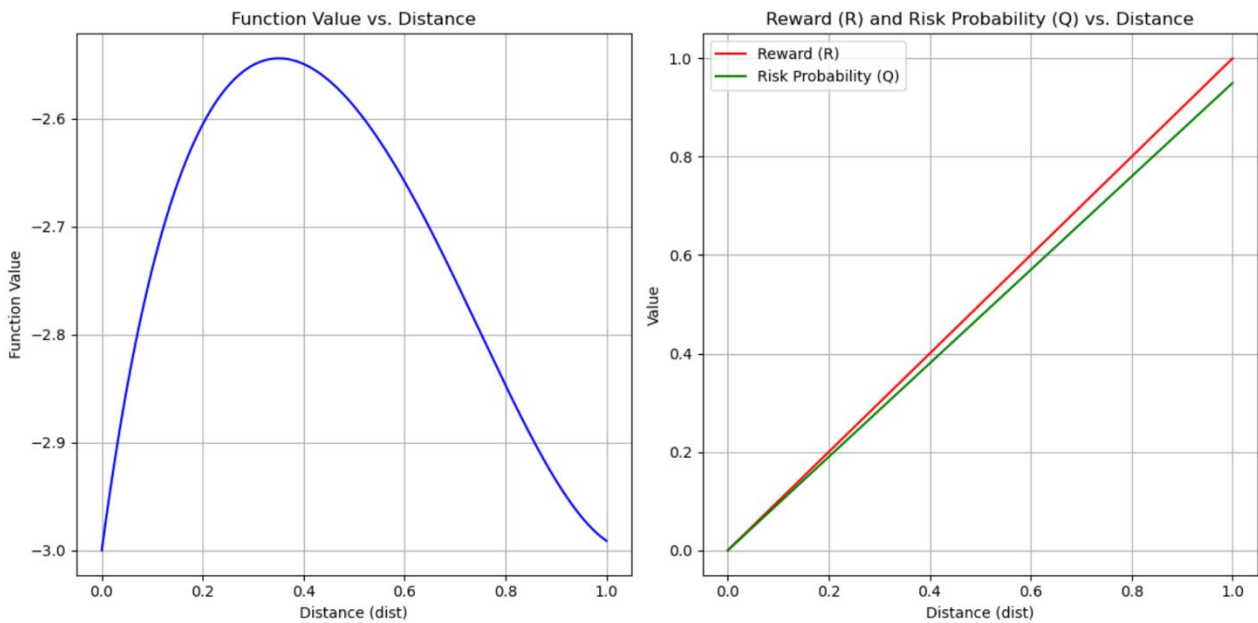


Figure 1:  $\theta = 1.0, pr = 0.95$ の場合のグラフ。

左側が包括適応度（縦軸）と原点からの距離（横軸）の関係性。右側が報酬（赤色）とリスク発生確率（緑色）と距離（横軸）の関係性。

<sup>19</sup> 小松・杉山(2011a)

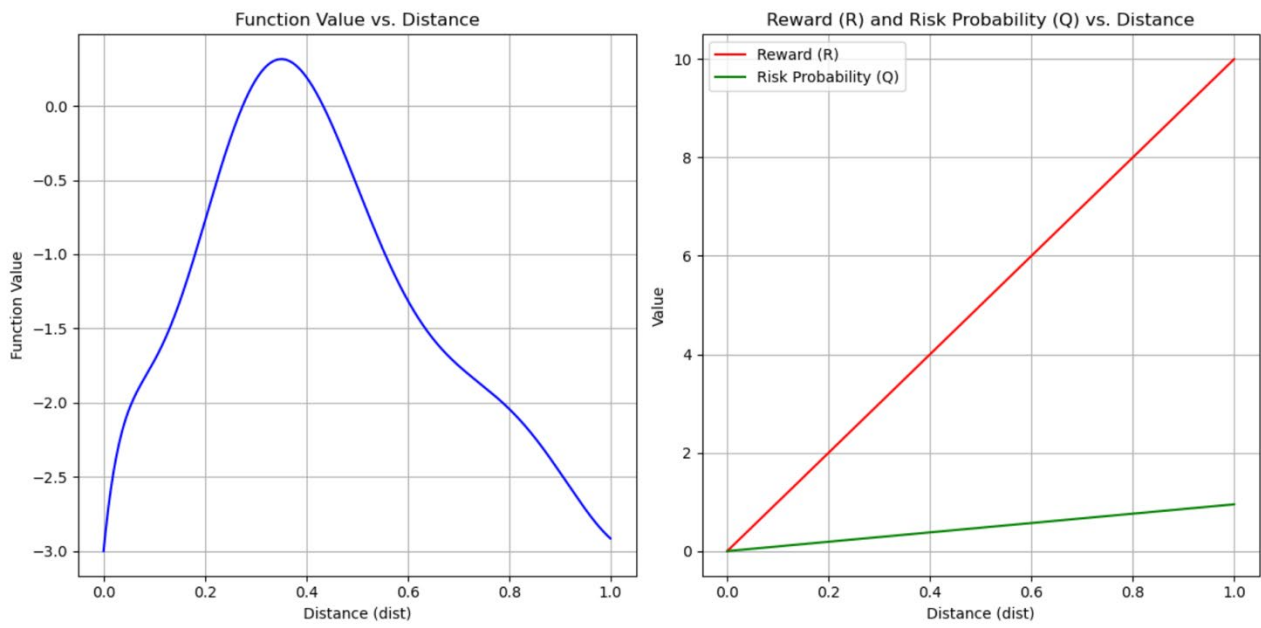


Figure2 :  $\theta = 10.0, pr = 0.95$ の場合のグラフ.

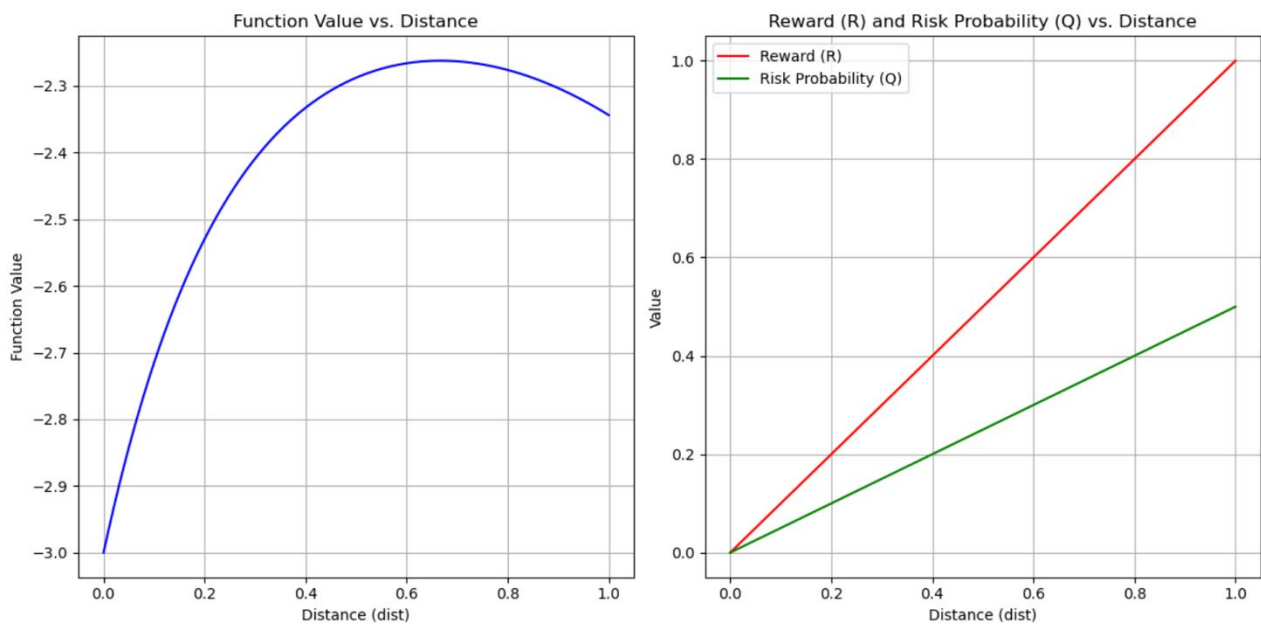


Figure3 :  $\theta = 1.0, pr = 0.5$ の場合のグラフ.



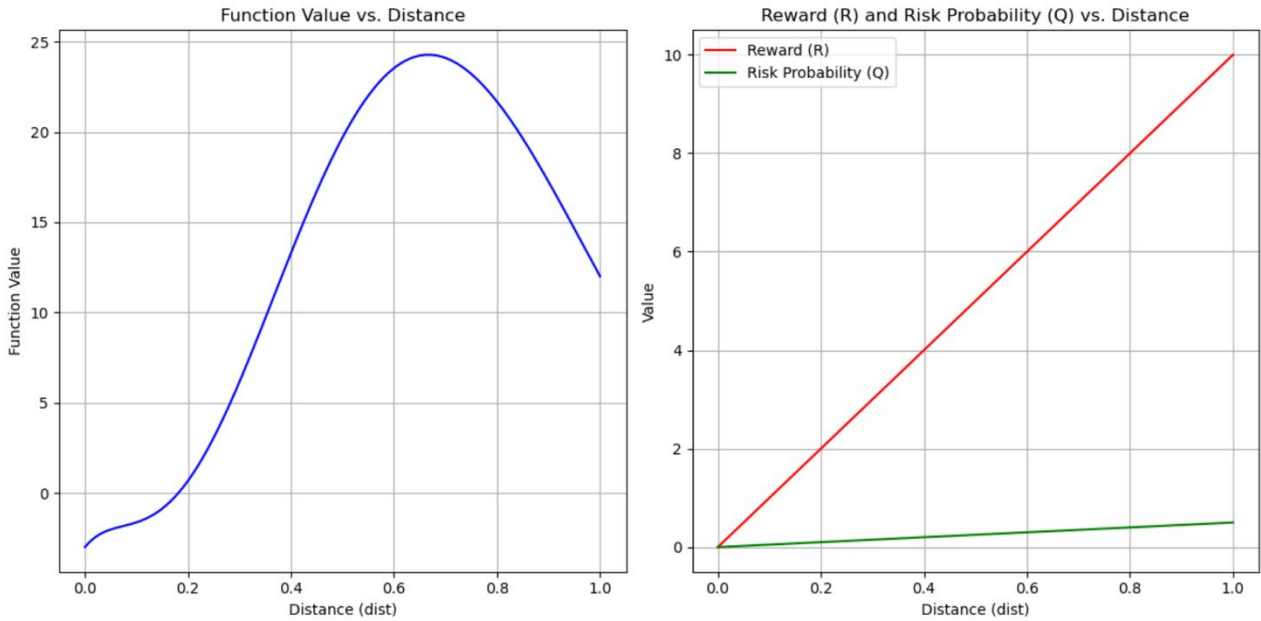


Figure 4 :  $\theta = 10.0, pr = 0.5$  の場合のグラフ.

この結果から、報酬が線型状に増加していく状況、すなわちどこでペナルティが発生するポイントになるか把握できなくとも、進み続ければ利益が出続ける構造であるにもかかわらず、利益獲得力の大きい主体でなければ、ハードローのみを設定しているこのゲームにおいては報酬の期待値の計算から、十分な利益を出すことができない。また、利益獲得力の大きい主体であっても、立証可能性が高い場合には、その利益を十分に出すことができなくなってしまう。このような状況であれば、行為主体はリスク回避的になりすぎてしまい、社会が萎縮してしまうと考えられる。そのため、ゲームの回数が増えるほど、期待される利得はますます原点に近いほど大きくなる、という現象が起きる。これでは、法を生かした社会の設計はできない。

そこで、次節ではソフトローを組み合わせるために、前章で説明したように、報酬を単なる距離に比例する形とは異なる定義を行った。上記とは異なった変化が見られることについてシミュレーションと解釈を行い、ソフトローとハードローの関係性についてより詳細に述べることとする。

#### 4.2 ゲーム2の場合

ゲーム2においては、前節と異なり① $\theta = 1.0, pr = 0.95$ の場合、② $\theta = 4.0, pr = 0.7$ の場合、③ $\theta = 1.5, pr = 0.1$ の場合、④ $\theta = 10.0, pr = 0.5$ の場合を仮定して行った。パラメータを前節と変えた理由は、単に $\theta$ を10倍にする、もしくは $pr$ を小さくするという変更を行っても、グラフの形状が変わらず、そのまま拡大・縮小されるのみであったため、より現象を複数の角度から見るために変更を行った。以下のグラフ (Figure5 から Figure8) は、ソフトローとハードローを別々にしたものと、結果は次のようになった。

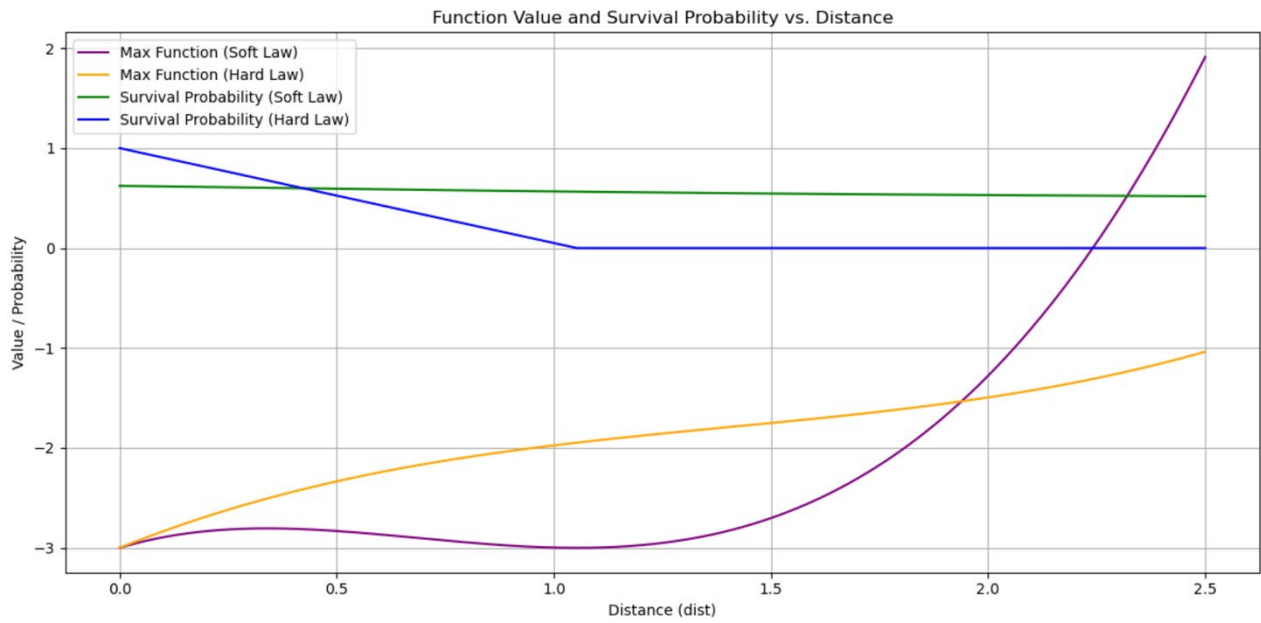


Figure5:  $\theta = 1.0, pr = 0.95$ の場合のグラフ.

紫線がソフトロー下での包括適応度，黄線がハードロー下の包括適応度，緑線がソフトローベースの生存確率と，青線がハードローベースの生存確率リスクの関係性.

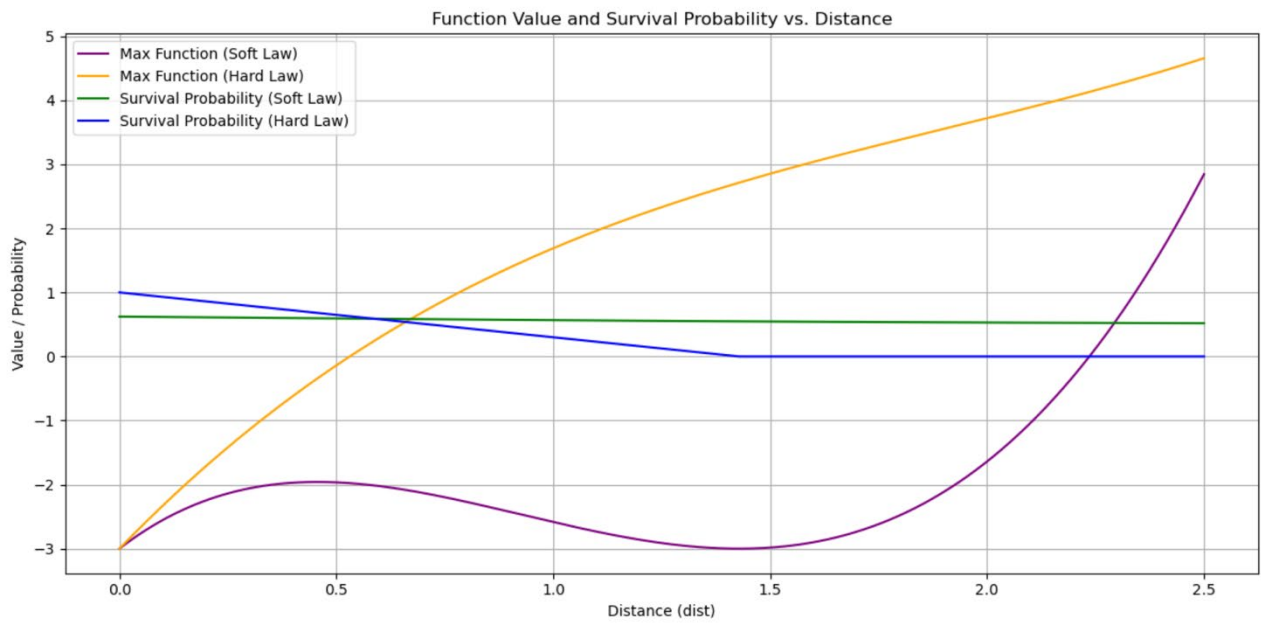


Figure6:  $\theta = 4.0, pr = 0.7$ の場合のグラフ.

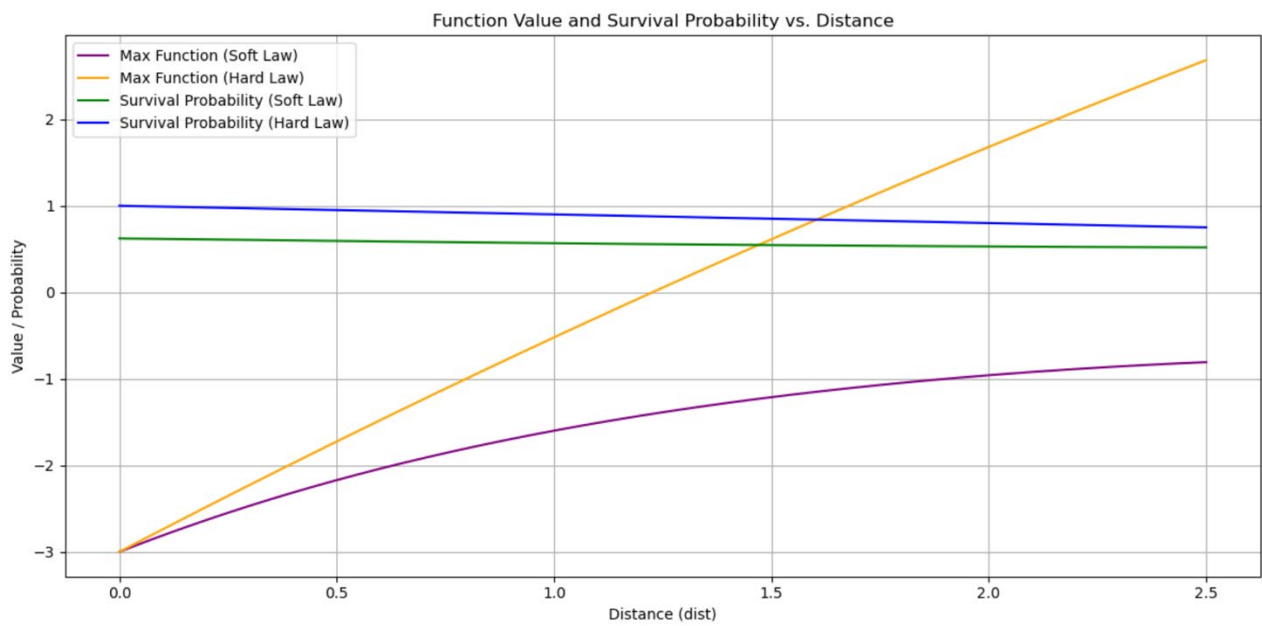


Figure7 :  $\theta = 1.5, pr = 0.1$ の場合のグラフ.

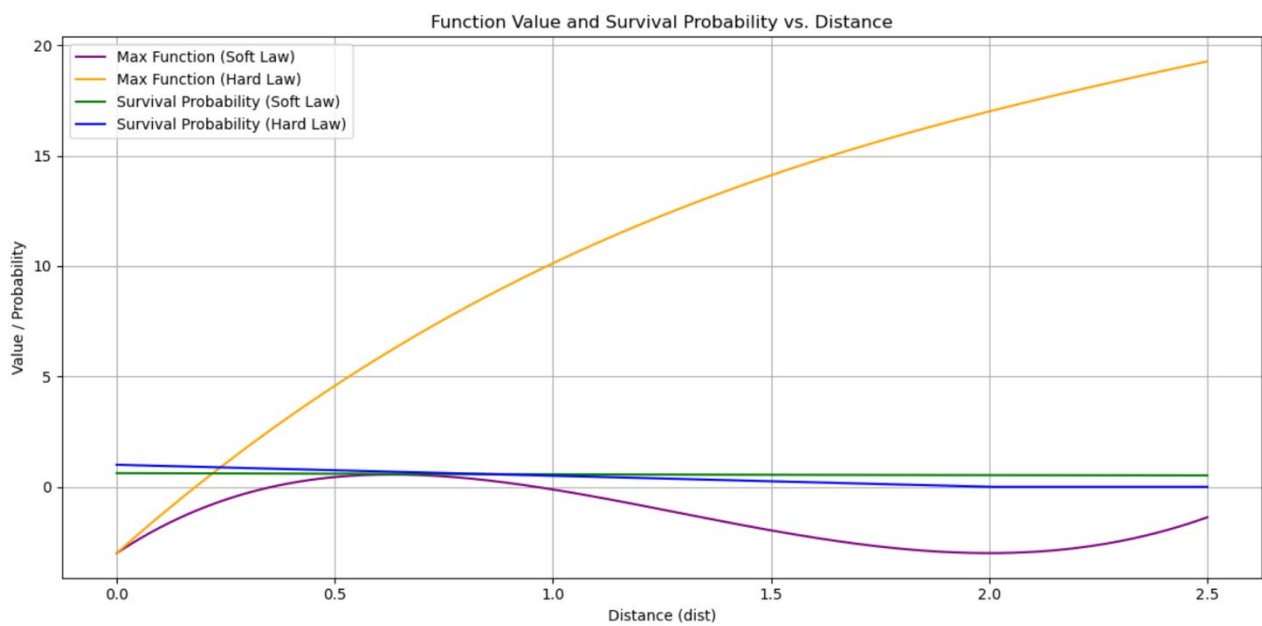


Figure8 :  $\theta = 10.0, pr = 0.5$ の場合のグラフ.

また、途中でソフトローとハードローが切り替わるようにシミュレーションを行った結果、次のような結果になった。

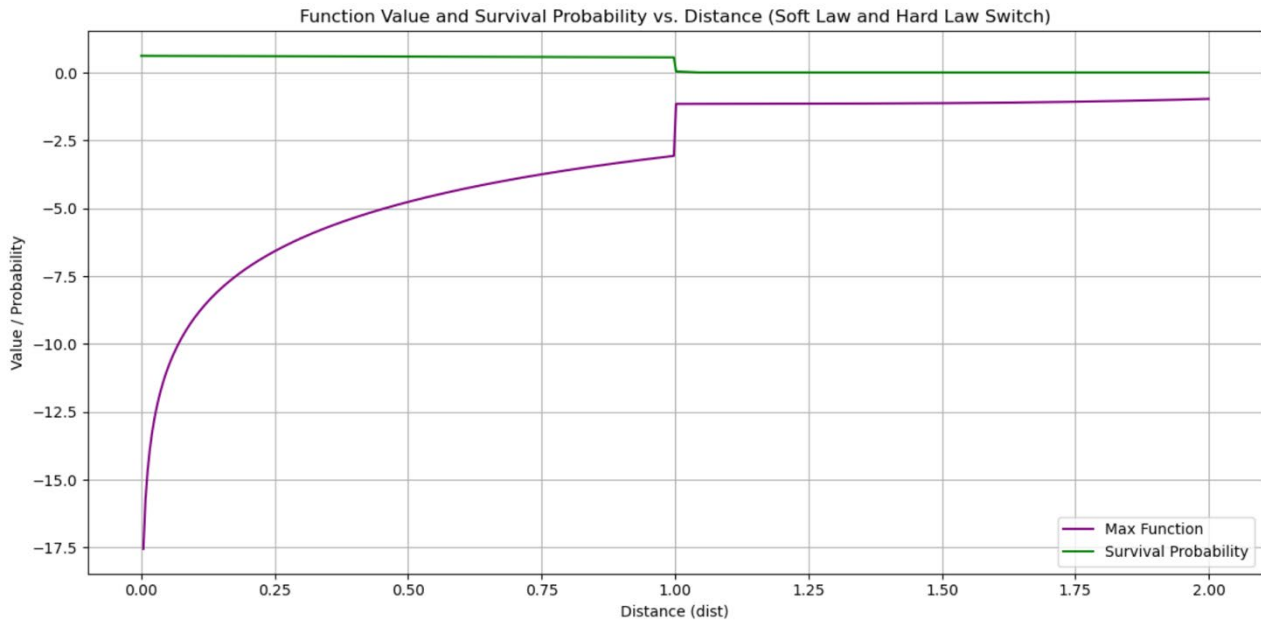


Figure9：ソフトローとハードローを切り替えた場合の包括適応度（紫線）と生存確率（緑線）

すなわち、長期的な視点から考えれば、一見ハードローに基づく利益の獲得の場合のほうがうまく上昇しているように見えるが、実際には生存確率が下がるため、十分な利益を得られるかは個々の利益獲得力に依存する。その反面長期的に考えれば、ソフトローは生存確率をうまく維持し、最初は得られる利益が小さいものの、将来的には利益を得ることが可能になっている、ということを表している (Figure 5, 6)。しかし、利益獲得力が低く立証可能性も極端に低い場合や、利益獲得力が大きく立証可能性があまり高くない状況であれば、ハードローによる生存確率の減少が緩やかとなって、ソフトローのみの状況より利益を得られる可能性があると考えられる (Figure 7, 8)。そのため、ソフトロー・ハードローは相互補完的にうまく活用することで、利益をより大きくすることができると解釈できる。これは先行研究と同じような結果を得ることができる。

またソフトローとハードローが途中でスイッチするような状況を想定することができるが、Figure 9 のグラフのように利益が上がるような状況になるかは、その問題にもよると考えられる。ソフトローによる規制が発生する前までであれば、利益はある程度で頭打ちになると想定される。しかし、多くの人が社会規範を超えて法律による規制が生じるまで何かしらの行為を続ける、というのは難しいのではないかと考えられる。利益がほとんど発生しない、もしくは寡占・独占状態となって一部に極端に利益が集中する、という状況も考えられる。しかし、人間はリスク選好よりリスク回避的であることが多いため、上記のシミュレーション結果は正確ではないかと予想される。

## 5. 議論

リスク認知バイアスは人間の心理特性上どうしても発生してしまう。そのため、専門家集団で共有されている統計データなどを用いて形成された客観リスクに基づいて、発生する問題やリスクに対応可能な法規範に正確に反映させようとする場合には、十分な熟慮が必要であるというのは当然である。しかし、人工知能（特に生成 AI）の活用などによって、社会の変化スピードがこれまでより格段に速くなっている中で、任意のテーマに対してゆっくり・じっくりと考えた上で法律を創造する、というのは実はペナルティを過大にしてしまう恐れがある。前章で述べたようにあまりにも法律による規制が厳しければ、イノベーションの発生や、人材育成・社会の成長を阻害してしまう恐れもある。そこで、ソフトローをうまく組み合わせることで、今必要とされるルールや規範を柔軟に定める、というのが一つの答えではある。しかし、民間と比較して行政におけるソフトローはそう簡単に変更できないため、前章のシミュレーション結果を簡単に反映できない可能性も考えられる。

より詳細にソフトローとハードローの関係性について考えてみよう。ソフトローによるペナルティとハードローによるペナルティ同士が“くっついて”しまわないように、すなわち区別できないほど同じような内容

になってしまわないように、何かしらの「斥力」が働いているはずである。このお互いが退け合う（もちろん自律的ではなく、人為的ではあるが）力を何かしらで表現できないだろうか。例として考えられるのは、電磁気学の基本法則である「クーロンの法則」であり、

$$F = k \frac{w_1 w_2}{r^2} \quad (10)$$

と仮定してみよう。ただし、 $w_1 w_2$ はそれぞれ特定の問題に対して設定されているソフトロー・ハードローのサンクションの「重さ」としてペナルティの厳しさと解釈できる。 $k$ は比例定数のため実際のデータやルールの違いから推測する必要がある。また、 $r$ は2つの点の間の距離として、 $F$ は2点間に働く反発または引き合う力がそれぞれの重さの積に比例し、距離の2乗に反比例すること（逆2乗の法則）を表している。本研究においては、物理学的なパラメータを用いていないため、上記のクーロン力は本研究で用いた進化経済学のフレームワーク上整合性が取れていない。より生物学的な見地に基づいた人為的な力を設定出来ればより興味深いシミュレーションが可能になると考えられる。

そしてもう1つ議論すべき問題として、前章のゲーム2においてソフトローによるペナルティは、ハードローのペナルティよりも必ず「前に」生じる、と定義したが、実際にはトリガーとして、ハードローがソフトローよりも先にペナルティを設定している可能性もある。ハードローの非効率性よりも、行為主体がソフトローを履行する機会費用が小さい場合にソフトローが遵守される。今回のシミュレーションではこのような状況は考慮できなかった。また、今回のゲームはペナルティの点が $P_{soft}$ と $P_{hard}$ として、それぞれ行為主体が移動可能な数直線上に1点ずつであったが、本来であれば第1章の映画と著作権の問題の例のように、ある問題に対してソフトロー・ハードローそれぞれが複数のペナルティとして配置されており、原点からの順番や距離も特に決まっていない可能性もある。そのような場合には、今回設定したゲームを根本的に修正する必要があるかもしれない。

## 6. 結論

本研究では、ソフトローとハードローについて、効率的な法的ペナルティを決めるためには、処罰や税制が主体の活動に利益あるいは損失を中心にどのような/どの程度影響を与えるかを考慮し、その最適行動を予想した上で社会的な厚生水準を最大にする、という困難な(NP-hard)最適化問題を解く必要がある。本研究では非常に簡易的なゲームを設定することで、簡単なシミュレーションを伴って現象の概形を理解することができた。現代は「ソフトローの時代」と言われるほどソフトローの価値が重要視されるようになっており、本研究のように進化経済学的な発想は重要である。今後は前章の議論で述べたように、より複雑な条件を設定し、シミュレーションを行うことで、日本におけるソフトローの研究が深化するものと考えられ、本研究はその足掛かりとなったと考えられる。

## 参考文献

- 巖佐庸(1990)『数理生物学入門-生物社会のダイナミクスを探る』共立出版。
- 遠藤直哉(2022)『新団体法論 ― 国家・会社・社団・財団の法動態論』信山社。
- 遠藤直哉(2021)『刑事・民事・行政・団体の法規制モデル ― 法システム解明のミクロ法社会学【法動態学講座5】』信山社。
- 小松秀徳, 杉山大志 (2011a)『進化的数理モデルによる社会現象の記述』電力中央研究所 社会経済研究所 ディスカッションペーパー (<https://criepi.denken.or.jp/jp/serc/discussion/download/11025dp.pdf>)
- 小松秀徳, 杉山大志 (2011b)『リスク認知バイアスの進化心理学的な解釈』電力中央研究所 社会経済研究所 ディスカッションペーパー (<https://criepi.denken.or.jp/jp/serc/discussion/download/11033dp.pdf>)。
- 瀬下博之(2006)『ソフトローとハードロー ― 何がソフトローをエンフォースするのか―』ソフトロー研究 = Soft law journal / 東京大学大学院法学政治学研究科 21世紀 COE プログラム「国家と市場の相互関係におけるソフトロー・ビジネスローの戦略的研究教育拠点形成」事務局編, 6号, 93-117。
- 田村光平(2020)『文化進化の数理』森北出版。
- 飯田高 (2016)『社会規範と利他性 ― その発現形態について―』社会科学研究, 67(2), 23-48。

- 飯田高 (2017) 『数理モデルにおける法：規範と法』数理社会学会理論と方法, 32(2), 242-256
- 山内孝幸(2019)『営業における利他的行動と規範に関する考察』阪南論集 社会科学編, 54(2), 43-60.
- 木村光伸(2012)『包括適応度：ハミルトンの不等式が利益に関する社会的観念にもたらす意義について』名古屋学院大学論集 社会科学篇, 49(2), 141-149.
- 大槻久(2019)『ヒトの協力の進化的起源』組織科学, 53(2), 4-14.
- 一ノ瀬元喜, 有田隆也(2006)『動的なグループ形成を導入したマルチレベル選択による協調の進化とその解析』情報処理学会論文誌, 47(10), 2887-2896.
- 並松信久(2023)『利他と社会的つながり：コミュニティの形成要因と制度化の課題』京都産業大学日本文化研究所紀要, 28, 194-157.
- 長瀬勝彦(2012)『リスク認知のバイアス——なぜリスクが過小評価されるのか——』組織科学, 45(4), 56-65.
- 田島正士(2019)『プロスペクト理論におけるリスク認知と「バイアス」-保険とギャンブルの合理性について-』保険学雑誌, 2019(646), 79-97.
- 後藤茂之(2004)『認知のバイアスと内部統制システムの構築』危険と管理, 35, 169-188.
- 稲村博央, 野間裕子, 荻野晃大, 庄司裕子(2010)『飽きを感じる感性のモデル化に関する研究』日本感性工学会論文誌, 9(2), 251-257.
- 山口健太郎, 多々納裕一, 岡田憲夫 (2000)『リスク認知のバイアスが災害危険度情報の提供効果に与える影響に関する分析』土木計画学研究・論文集, 17, 327-336.
- 柴崎隆一, 家田仁(2000)『稀少確率・甚大被害現象を対象としたリスク評価における認知バイアスの計測』土木計画学研究・論文集, 17, 381-391.
- 菊池聡(2018)『災害における認知バイアスをどうとらえるか-認知心理学の知見を防災減災に応用する』日本地すべり学会誌, 55(6), 286-292.
- 多々納裕一(2003)『災害リスクの特徴とそのマネジメント戦略』社会技術研究論文集, 1, 141-148.
- 川脇康生(2007)『地震リスク認識のバイアスと地価』日本不動産学会誌, 21(1), 104-115.
- 日本リスク学会(2006)『リスク学事典』阪急コミュニケーションズ.
- 西部忠(2000)『進化経済学の概念的・方法的基礎：メタファー・アナロジー・シミュレーション』北海道大学経済学研究, 50(1), 69-82.
- Abbott, K. W., & Snidal, D. (2000) "Hard and soft law in international governance," *International organization*, 54(3), 421-456.
- Klabbers, J. (2017) "The redundancy of soft law," *In Sources of International Law* (pp. 189-204). Routledge.
- Chinkin, C. M. (1989) "The challenge of soft law: Development and change in international law," *International & Comparative Law Quarterly*, 38(4), 850-866.
- Guzman, A. T. (2008) *How international law works: a rational choice theory*, Oxford University Press.
- West, S. A., Pen, I., & Griffin, A. S. (2002) "Cooperation and competition between relatives," *Science*, 296(5565), 72-75.
- Nowak, M. A. (2006) "Five rules for the evolution of cooperation," *science*, 314(5805), 1560-1563.
- Lehmann, L., & Keller, L. (2006) "The evolution of cooperation and altruism—a general framework and a classification of models," *Journal of evolutionary biology*, 19(5), 1365-1376.
- West, S. A., Griffin, A. S., & Gardner, A. (2007a) "Evolutionary explanations for cooperation," *Current biology*, 17(16), R661-R672.
- Bowles, S. (2006) "Group competition, reproductive leveling, and the evolution of human altruism," *science*, 314(5805), 1569-1572.
- West, S. A., El Mouden, C., & Gardner, A. (2011) "Sixteen common misconceptions about the evolution of cooperation in humans," *Evolution and human behavior*, 32(4), 231-262.
- Frank, S. A. (1998) *Foundations of social evolution (Vol. 2)*, Princeton University Press.
- West, S. A., Griffin, A. S., & Gardner, A. (2007b) "Social semantics: altruism, cooperation, mutualism, strong reciprocity and group selection," *Journal of evolutionary biology*, 20(2), 415-432.
- W. D. Hamilton (1964) 'The Genetical Evolution of Social Behavior I ,', *J. Theor. Biol.* 7, 1-16.
- Baker, George, Gibbons, Robert and Murphy, Kevin J.(1994) "Subjective Performance Measures in Optimal Incentive

Contracts,” *The Quarterly Journal of Economics*, 109, issue 4, 1125-1156.

Robert Axelrod, William D. Hamilton(1981) “The Evolution of Cooperation, “ *Science New Series*, 211(4489), 1390-1396.