

産業廃棄物不法投棄ゲームの開発

大沼進（北海道大学）・北梶陽子（(株)セイコーマート）

Development of Industrial Waste Illegal Dumping Game
Susumu Ohnuma, Hokkaido University and Yoko Kitakaji, Seicomart Company Ltd.

キーワード：社会的ジレンマ、産業廃棄物、不法投棄、利得の非対称性

1 はじめに

1.1 背景と目的

本研究では、産業廃棄物の不法投棄問題を社会的ジレンマという側面から切り取り、監視や罰則などを強化しても必ずしも不法投棄が減らないという問題をゲーミング事態で再現する。

産業廃棄物の不法投棄問題は社会的ジレンマ問題にあてはまるといわれるが、現実場面においてはそれが社会的ジレンマであることを担保できない、また、社会的ジレンマ状況であるとしてもそれ以外の要因もあるため、ある行動を社会的ジレンマの協力ないし非協力行動と対応させて考える際には難点がある。一方、既存の実験室実験による社会的ジレンマ研究の多くは単純な利得を用いているだけであり、現実場面への応用を考えるには不向きなことも多い。そこで本研究では、構造的与件としては社会的ジレンマ構造を保持しつつ、さらに産業廃棄物不法投棄問題と関連していると考えられる要因を加え、不法投棄が発生する構造的与件について考察を加えることを目的として新たなゲーミングを開発した。

1.2 関連する既存のゲームと本ゲームの位置づけ

二次的ジレンマと監視の問題を扱ったものに廃棄物処理ゲーム(Hirose, Sugiura & Shimomoto, 2004; 大沼, 1997; 杉浦・広瀬, 1998)があるが、ルールも利得構造も単純で、トランプ・カードを使って簡便に実施できるもので、現実の問題に還元して考える材料を提供するにはやや物足りない。また、共有地の悲劇(Hardin, 1968)をコンピューター上に再現した「環境ゲーム」(大沼, 2001; Ohnuma, 2004)も社会的ジレンマ構造をしており、複数プレイヤーが相互作用するが、利得構造はすべてのプレイヤーに均一である。一方、社会的ジレンマ構造や富の偏在、その他複雑な要因を盛り込まれ、プレイヤー自身が教室を移動するなどしながら役割を演ずる仮想世界ゲーム(広瀬, 1997)があり、環境問題を考えるツールの一つとして有効だが、社会的ジレンマ以外の側面も多く混在しており、また、必ずしも環境問題に限定して考えるににくい側面もあるため、産業廃棄物処理の問題に特化して考えるには適さない。本「産業廃棄物不法投棄ゲーム」は、社会的ジレンマ構造をしており、監視と罰則などの要件を盛り込みながら、ロールプレイングにより異なる役割を持つプレイヤーが移動したり交渉したりするというものである。この観点において、本ゲームは廃棄物処理ゲームと仮想世界ゲームの中間的なものと位置づけて考えられる。

1.3 不法投棄問題とゲーム論的アプローチ

現在、産業廃棄物不法投棄の年間発生量は約 40 万トンとされているが、実際には総産廃発生量の 1 割にあたる 4 千トンともいわれている。不法投棄が単純な社会的ジレンマの問題ならば、コストを無視して取締りと罰則を

強化すれば不法投棄は減少するはずである。しかし、1997 年の廃棄物処理法改正では、いわゆる排出者責任の拡張とともに、産廃処理に関する監視・罰則が強化され、罰金は最高一億円まで引き上げられたが、その効果はあまり見られていない(石渡, 2002)。

これに対して、ゲーム論的には二つの解釈ができる。一つは、不法投棄問題は社会的ジレンマ構造ではないのかもしれないという解釈、もう一つは、社会的ジレンマ構造をしているのだが、従来の研究が見落としている側面がある可能性があるという解釈である。本研究では後者の立場から可能な限りアプローチを試みる。

社会的ジレンマという前提で、監視や罰則を強化しても不法投棄が減らない原因は、次の二つが考えられる。すなわち、一つに、現実には監視や罰則に限界があること、二つに、監視や罰則の強化によってより被害の大きい非協力行動が“地下に潜る”ためである(石渡, 2002)。これらのことを可能にしていると考えられる産業廃棄物不法投棄問題の特徴としては、次のことが考えられる。すなわち、廃棄物の最終処理までにいくつもの業者が関わるのですべてを追いかけることができない。しかも、業種ごと個別に取引が行われるので、委託した廃棄物の行く先がわかりにくくなる。さらに、業者によって持っている情報や利得が異なる。これらの要因により、不法投棄を発覚しづらくなっていると考えられる。そこで、これらの要素を反映させたゲームを設計した。

2. ゲームの設計

2.1 ゲームの構造的与件

上の議論を踏まえ、本ゲームでは次の 7 点の構造的与件を用意した。

2.1.1 社会的ジレンマ構造 すべてのプレイヤーが協力(適正処理や処理委託)と非協力(不法投棄)の行動選択肢があり、個人にとっては非協力行動の方が協力行動よりも多くの利益がある。

2.1.2 利得構造の非対称性 業種により役割が異なり、その役割を遂行することによって得られる利益がそれぞれ異なる。

2.1.3 情報の非対称性 もともと持っている情報がプレイヤーごとに異なり、接触できるプレイヤーが限られていて、多くの情報得やすいプレイヤーと得にくいプレイヤーが存在する。

2.1.4 廃棄物フローの一方方向性 廃棄物は排出業者から複数の業者を経由して埋立または不法投棄されるが、その媒介される業者が定められており、しかも、逆方向には流れない。

2.1.5 非協力行動の帰結のタイムラグ 不法投棄をする

と額は全フェイズが終了するまでわからない。

2.1.6 不完全な監視機能 不法投棄に気づく可能性を持つ「管理票」が存在するが、完全に監視することはできない。

2.1.7 信頼ゲーム 取引する相手を信頼できれば潤沢な額を払って処理を委託した方が良いが、信頼できずに罰金などを恐れて十分な金額を支払わないと、委託された側が適正処理をできなくなり、その結果本当に不法投棄につながってしまう。いわば、信頼ゲームのような側面もあるといえる。

以上の構造的与件は、通常のジレンマゲームよりも一層非協力行動の誘因が高いと考えられる。

3 ルール

すべてのプレイヤーは、自己利益を最大化することがゲームで定められた目標である。ゲーム参加者は、最終資産に応じて報酬が得られることを伝えられる。ゲーム開始時には、全員 1000 万円ずつ所持している。なお、赤字になってもゲームは最後まで継続できるが、報酬はもらえなくなる。

3.1 プレーヤーの種類

排出事業者、一次収集運搬業者、中間処理業者、二次収集運搬業者、最終処理業者の 5 種類が存在する。各プレイヤーは 1～3 名程度からなり、合計では最低 5 名から最大 15 名までで実施できる。

各プレイヤーの主な役割は、排出業者は生産し産業廃棄物（以下、産廃）を排出する、中間処理業者は中間処理を行い産廃の量を減らす、最終処理業者は産廃を埋め立てる、一次収集運搬業者は産廃を排出業者から中間処理業者に運ぶ、二次収集運搬業者は産廃を中間処理業者から最終処理業者に運ぶとなっている。

プレイヤー間のやりとりは、排出事業者が一次収集運搬業者に委託金を払い産廃を引き取ってもらい、以下、一次収集運搬業者から中間処理業者、二次収集運搬業者、最終処理業者の順に、産廃とお金が渡されていく。産廃委託量と委託金額は当事者間の交渉により決める。

3.2 ゲーム場の設定とプレイヤーの移動・接触

一つの教室に 3 つの区切られた空間を用意する。それぞれに、排出事業者、中間処理業者、最終処理業者が配置される。これらの 3 業者は、進行係席へ行くとき以外は、持ち場を離れることができない。一次及び二次収集運搬業者は、教室内を自由に移動できる。したがって、一次及び二次収集運搬業者はすべてのプレイヤーと直接接合できるが、それ以外のプレイヤーは一次及び二次収集運搬業者以外とは直接接合できない。なお、進行係席は廊下にあることが望ましいが、教室内にあっても構わない。

3.3 ゲーム進行の流れ

1 フェイズは 15 分以内とし、練習試行 1 フェイズ、本試行 5 フェイズの計 6 フェイズを行う。フェイズと

はゲームのひとつの区切りを表す。時間内に管理票(次節で詳述)がすべて回収された場合にはその時点でフェイズの終了とする。時間内に埋め立てられなかった産廃は不法投棄とみなす。プレイヤーは、以下の手順にしたがって産廃を適正処理するか、不法投棄をする。不法投棄は産廃を不法投棄 BOX にこっそり捨てるだけで、誰でもいつでもどこでもできる。不法投棄 BOX は部屋のあちこちにあり、どこに捨ててもかまわない。その際、費用は一切かからない。また、誰がどのくらい不法投棄したかは、他のプレイヤーはわからない。

3.4 管理票

管理票は、各業者が適正処理したことを示す書類で、適切に処理または委託した後に、捺印し返却する。管理票には、一次管理票と二次管理票の二種類がある。

一次管理票は、排出事業者が発行し、一次収集運搬業者を経て中間処理業者へ渡される。中間処理業者は、二次管理票が戻ってくるまでそれを保管する。

二次管理票は、中間処理業者が発行し、二次収集運搬業者を経て、最終処理業者へ渡される。最終処理業者は、産廃の埋立処理をした後に捺印し、二次収集運搬業者へ二次管理票を返戻する。二次収集運搬業者は、最終処理業者の捺印を確認した上で、自分も捺印し、中間処理業者へ返戻する。

中間処理業者は、二次管理票の捺印を確認したら、自分もそこへ捺印する。さらに一次管理票にも捺印し、一次収集運搬業者へ一次管理票と二次管理票を返戻する。一次収集運搬業者は、二種類の管理票について、中間業者の捺印を確認した上で、自分も捺印し、排出事業者へ返戻する。排出事業者はすべての捺印を確認し、進行係へ提出する。

管理票が時間内に提出されなかったとき、もしくは時間内に管理票に必要なすべての捺印がなかったときは、そのフェイズ終了時に排出業者から罰金 1 億円が徴収される。排出事業者以外からは罰金は徴収されない。

なお、管理票は自己申告制となっているため、不法投棄をしても虚偽の申告が可能である。ただし、疑わしい業者とは次のフェイズから取引をしないなどの判断材料

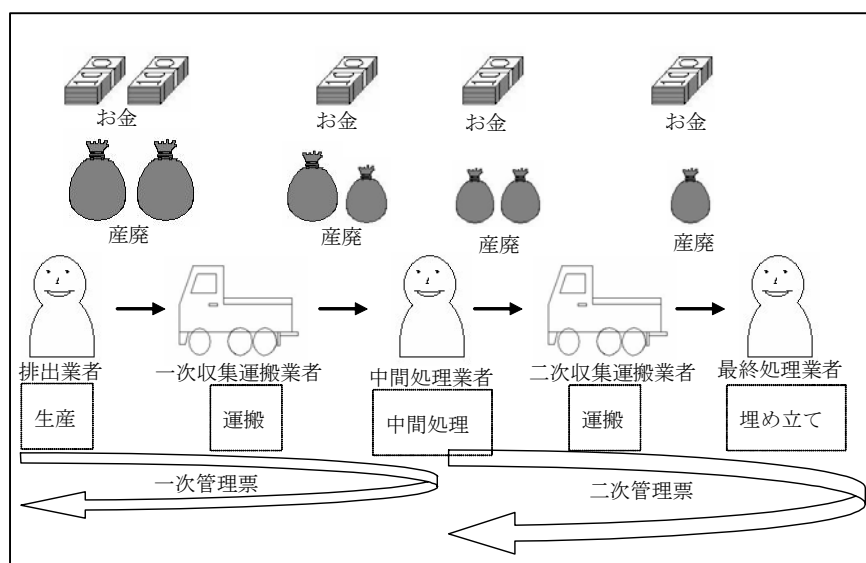


図 1 産業廃棄物不法投棄ゲームのフロー

の一つにはなり得る。

3.5 環境インパクト指数と環境修復費用負担

全フェイズ終了時に、環境インパクトに応じてすべてのプレイヤーは環境修復費用を負担する。環境インパクトは、適正処理によるものと不法投棄によるものがあるが、適正処理をしたときの方が、不法投棄による場合よりも環境インパクトは小さい。

中間処理及び埋立処理をした場合、適正処理でも環境インパクト指数が上昇する。ゲーム終了時、すべてのプレイヤーは、環境インパクト指数に 10 万円をかけて 10 万の位を四捨五入した金額を負担する。

表 1 適正処理による環境インパクト指数と費用負担額

環境インパクト指数	負担金額(万円)
0-4	0
5-14	100
15-24	200
：	：
95-104	1000
：	：

不法投棄による環境インパクト指数の上昇は、適正処理よりも大きく、また、誰もが不法投棄は可能である。不法投棄量(トン)が環境インパクト指数となる。不法投棄による環境修復費用負担額は、排出事業者とそれ以外の事業者で異なる。排出事業者は他の事業者のおよそ 4 倍の額を負担しなければならない。

表 2 不法投棄と環境修復費用負担金額

不法投棄量(単位:t)	環境インパクト指数	排出業者以外の負担金(万円)	排出業者の負担金(万円)
5	5	100	200
10	10	100	400
15	15	200	600
20	20	200	800
：	：	：	：
100	100	1000	4000
：	：	：	：

3.6 プレーヤー別の行動選択肢と利得

以下には、各プレイヤーが適正処理した場合に生じる利益を説明する。不法投棄をした場合、その分の支出は減らせると期待される。それぞれの委託金額は当事者間の交渉により決められる。

また、一人の業者と取引してもよいし、対象となる業者であれば複数名と取引してもよい。

3.6.1 排出事業者 このゲーム内で唯一社会全体の資本を増やせる役割である。進行係へ生産を届け出て、10 面サイコロにより利益とそれに伴い排出される産廃の量が決まる。

上記の利益から、一次収集運搬業者へ委託料を払い、産廃を渡す。その差引額がそのフェイズの直接の利益となるが、管理票が時間内に返戻されなかった場合には 1 億円の罰金を支払わなければならない。また、全フェイ

ズ終了時に、不法投棄による環境修復費用も他のプレイヤーの 4 倍を負担しなければならない。したがって他のプレイヤーを信用できず、時間内に管理票が返ってこないとか、誰かに不法投棄されると思ったら、委託金額を少なくして支払い可能額を保持した方がよいことになるが、他のプレイヤーを信用できれば、以下の処理で必要とされる金額を十分に支払った方がよいことになる。

表 3 賽の目と生産単位

さいころの目	生産単位	利益(単位:万円)	産廃排出量(単位:t)
1,2	少	5000	40
3~9	中	7500	100
10	多	10000	160

3.6.2 一次収集運搬業者 排出事業者から受け取った産廃と委託金に基づき、中間処理業者へ委託金を払って産廃を渡す。その差額がそのフェイズの利益となる。また、すべての場所へ移動可能であるため必要があれば情報収集ができる。

3.6.3 中間処理業者 一次収集運搬業者より受け取った産廃を中間処理して半分に減らすことができる。中間処理には費用がかかるが、そのまま全量が最終処理業者に渡されて埋立処理された場合に比べて、社会全体で負担する費用を減らせる。中間処理をした(しなかった)産廃を、二次収集運搬業者へ委託する。したがって、一次収集運搬業者から受け取った金額から、中間処理費用と二次収集運搬業者へ委託した費用を差し引いた額がそのフェイズの利益となる。

なお、中間処理に係る費用は、10t あたり 100 万円で、そのとき環境インパクト指数は 1 高まる。中間処理をしない場合は、最終処理で適正処理されても、社会全体で中間処理をした場合の 2 倍を負担することになる。ただし、中間処理をしなければ、中間処理業者の費用負担は軽減される。

3.6.4 二次収集運搬業者 中間処理業者から受け取った産廃と委託金に基づき、最終処理業者へ委託金を払って産廃を渡す。その差額がそのフェイズの利益となる。また、すべての場所へ移動可能であるため必要があれば情報収集ができる。

3.6.5 最終処理業者 二次収集運搬業者より受け取った産廃を埋立処理する。埋立処理には費用がかかるが、不法投棄した場合より社会全体で負担する費用を減らせる。二次収集運搬業者から受け取った金額から埋立費用を引いた額がそのフェイズでの利益となる。

なお、埋立処理に係る費用は 5t あたり 100 万円で、そのとき環境インパクト指数は 1 高まる。埋立処理をしない場合は、不法投棄となるので環境インパクト指数が 5t あたり 5 高まる。

3.7 ジレンマ構造

すべてのプレイヤーは、適正処理をしたときよりも不法投棄をした方が、最後に環境修復費用を負担することになっても、利益が大きくなる。また、自分が不法投棄をしなくても、他のプレイヤーが不法投棄をした場合には大きな損となる。したがって、他のプレイヤーが不法

投棄するならば委託料を払わずに自分が不法投棄をした方が相対的な利益は大きくなる。

仮に、毎フェイズ社会全体にもたらされる金額が一定(7500万円)であった場合、中間処理及び埋立処理の量に応じて計算される社会全体の利益を図2に示す。中間処理も埋立処理もされなかったものはすべて不法投棄として計算した。

図2から読み取れるように、中間処理量が多いほど、また、埋立量が多いほど、社会全体にもたらされる利益が大きい。ただし、個々人の利益は交渉によるため、適正処理をしたからといって必ずしも儲かるとは限らない。

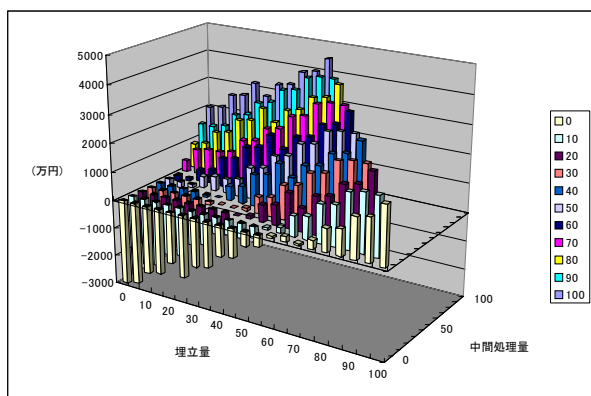


図2 中間処理・埋立処理及び不法投棄による社会全体の利益の変動

4. ゲームの実施

4.1 観察された行動パターン

上記のルールの下で、8ゲームを実施した。その結果、一貫して次のようなパターンが観察された。第一に、フェイズを追うごとに不法投棄が減ったこと、第二に、フローの下流ほど利益が少ないこと、第三に、ゲーム終了時の環境修復費用負担を恐れて、排出事業者は多くのお金を蓄え、その結果、適正処理をしにくくなり、不法投棄が増え、実際に全フェイズ終了時に排出事業者が多額の支出をすることになり、最終資産が著しく少なくなることであった。なお、個別に見ると、不法投棄の少ないゲームほど社会全体の利益が大きいという関係が確認された。

構造的与件から導かれる理論的な予想とは異なり、不法投棄の量がフェイズを追うごとに減少した点について、さらに検討する必要があるだろう。構造的与件からは、非協力行動が予測される事態においても非協力行動が減少することの原因を特定できれば、不法投棄減少に向けた有効な示唆も得られるかもしれない。

4.2 参加者からのゲームの評価

ゲーム終了後、参加者からゲームを7段階で評価してもらった(n=83)。「おもしろかった」では、平均(M)5.5(標準偏差(SD)1.2)、「ゲームには熱心に取り組めた」がM=5.7(SD=1.1)、「ゲームを通じてなぜ現実でも不法投棄が起こるのかわかった気がする」がM=5.6(SD=1.3)と、全体としてゲームは好印象であったと思われる。

5. ゲームの実演

以上のゲームを、大会当日、学会参加者にデモ版をプレーしていただくことを計画している。所要時間は、2時間半から3時間程度を予定している。

本ゲームは、開発途上にあり、大会参加者の積極的な参加をお願いしたい。

6. 今後の課題

理論的な課題を精査し、加えるべき、あるいは排除すべき要因を検討し、ゲームの改変を重ねていくと同時に、現実が生じている問題とは離れている側面も多いので、その異動を吟味し、ゲームに盛り込むべき現実の側面と、敢えて切り捨てた現実の側面から処方を探求するというプロセスが必要であろう。

なお、本ゲームは、主に研究ツールとして開発してきたため、教育効果などについては、今後考慮していく必要がある。

引用文献

- 石渡正佳(2002)『産廃コネクション』, WAVE 出版
- Hardin, G. (1968). The Tragedy of the Commons. *Science*, 162, 1243-1248.
- Hirose, Y. Sugiura, J., Shimomoto, K. (2004). Simulation game of industrial wastes management and its educational effect. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 6(1), 58-63.
- 大沼進(1997)「廃棄物処理ゲームと二次的ジレンマ」, 広瀬幸雄編著『シミュレーション世界の社会心理学—ゲームで解く葛藤と共存—』, ナカニシヤ出版, 149-152.
- 大沼進(2001)「社会的ジレンマ事態において環境変化と他者行動が協力行動や解決策選択に及ぼす効果」, 『心理学研究』, 72, 369-377.
- Ohnuma, S. (2004) Environmental Commons Game: is the Free Rider a “Bad Apple”? R. Shiratori, K. Arai & F. Kato (Eds.) *Gaming, Simulation, and Society: Research scope and perspective*. Springer Verlag, 19-26.
- 杉浦淳吉・広瀬幸雄(1998)「廃棄物処理における監視と罰則のジレンマを理解するための廃棄物ゲーム」, 『シミュレーション&ゲーミング』, 8(1), 51-56.

ゲームの出典

環境ゲーム 大沼(2001; Ohnuma, 2004)

仮想世界ゲーム 広瀬(1997)

廃棄物処理ゲーム 大沼(1997), 杉浦・広瀬(1998), Hirose, et al (2004)

産業廃棄物不法投棄ゲーム 新規開発

本研究は科学技術融合振興財団研究助成並びに文部科学省科学研究費補助金を受けた。また、本ゲームは北梶陽子(現(株)セイコーマート)の北海道大学文学部卒業論文として提出された。

著者紹介

大沼進 ohnuma@let.hokudai.ac.jp

<http://lynx.let.hokudai.ac.jp/~ohnuma/>