



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	産業廃棄物不法投棄ゲームの開発と社会的ジレンマアプローチ：利得構造と情報の非対称性という構造的与件がもたらす効果の検討
Author(s)	大沼, 進; Ohnuma, Susumu; 北梶, 陽子 他
Citation	シミュレーション&ゲーミング, 17(1), 5-16
Issue Date	2007-07
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/44001
Type	journal article
File Information	Simulation_gaming.pdf



産業廃棄物不法投棄ゲームの開発と社会的ジレンマアプローチ

—利得構造と情報の非対称性という構造的与件がもたらす効果の検討—

大沼 進 (北海道大学文学研究科)

北梶 陽子 ((株)セイコーマート)

要約

社会的ジレンマ構造に、利得や情報の非対称性、フローの一方向性、信頼ゲームなどの要素を取り入れた「産業廃棄物不法投棄ゲーム」を開発した。このゲームは五つの異なる利得を持つプレイヤーからなり、利益と産業廃棄物を生み出す排出事業者、産業廃棄物の量を減らす中間処理業者、埋め立て処理をする最終処理業者、産業廃棄物を運搬する一次収集運搬業者および二次収集運搬業者が存在する。いずれの業者も、協力（適正処理や処理委託）と非協力（不法投棄）を選択できる。8ゲームを実施し、次の結果が得られた。①フェイズを追うごとに不法投棄が減った。②処理フローの下流に行くほど不法投棄が多かった。③排出事業者は罰金やゲーム後の費用負担を恐れて委託金を低く抑える傾向があり、その結果、下流で適正処理費用が不足し不法投棄が増え、多くの費用を負担しなければならなくなった。④業者間の評価では、接触できないプレイヤーに対して信頼が低く、逆に、接触できるプレイヤーに対しては比較的信頼していた。

キーワード：社会的ジレンマ、産業廃棄物、不法投棄、利得と情報の非対称性、信頼

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多く混在しているため、ある行動を社会的ジレンマの協力ないし非協力的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状況を保持しつつ、さらに産業廃棄物の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、扱われている要因が少ないし、それに関連するルールを追加していくという点でやや物足りない。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 2005) 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) がある。仮想世界ゲームは、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。以上のように、ゲームの規模と複雑さなどの観点からは、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られる。

2006年12月27日受付、2007年6月4日受理

1.3 不法投棄問題への社会的ジレンマアプローチ

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4千万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や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1億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)。環境省(2006)によれば、平成14年度以降、産業廃棄物不法投棄の発見件数は減少傾向にあるが、競争激化によるダンピングで適正処理可能な価格で取引されていないという指摘もあり、未発見の不法投棄が多数ある可能性が懸念されている。

いずれにせよ、監視を強化すれば不法投棄が減少するという単純な議論はできない。これに対して、社会的ジレンマ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。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”、つまりアウトロールートへの流出をいっそう強めるためである(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きれない。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、不法投棄が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。しかし、多くのプレイヤーが非協力(不法投棄)をすると、社会全体の不利益として環境破壊が生じ、すべてのプレイヤーは環境修復費用を負担しなければならず、その結果、全員が協力したときよりもすべての個人が不利益を被る。

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で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、しかも、接触できるプレイヤーが限られていて、多くの情報を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。ただしこのことは、プレイヤー間の影響関係が一方方向であることを意味しない。後述するように、廃棄物処理フローの下流にあるプレイヤーが上流に対して影響を及ぼすことは可能である。ただし、相対的にフローの上流にいるプレイヤーほど資金を貯めやすくなり、このことが交渉の決定や決裂に強く影響を及ぼすと考えられる。

2.1.5 非協力行動の帰結のタイムラグ 不法投棄をする環境修復費用として個人負担が大きくなるが、その量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ほうが良いが、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いっそう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。ゲーム開始時には業者の種別に関わりなく全員一律1,000万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。各業者は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。ただし、同業者の競争と協力という要素を含めるべきだという観点からは、1業者につき複数名いることが望ましいので、最低10名以上いることが推奨される。だが、十分な人数の参加者を集めることが困難なときには、1業者につき1名ずつ、最低5名いれば、ゲームを実施することは可能である。

各プレイヤーの主な役割は次のとおりである。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

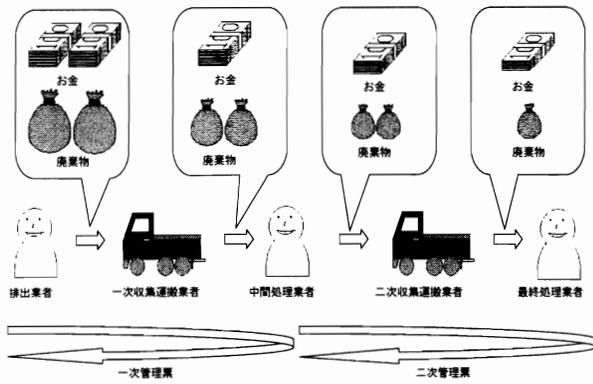


図1 産業廃棄物不法投棄ゲームのイメージ

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（ゲームの流れのイメージを図1に示す）。

3.2 ゲーム場の設定とプレイヤーの移動・接触

一つの部屋に三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。一次および二次収集運搬業者は、室内を自由に移動できる。したがって、一次および二次収集運搬業者はすべてのプレイヤーと直接接触できるが、それ以外のプレイヤーは一次および二次収集運搬業者以外とは直接接触できない。なお、進行係も誰が不法投棄したかわからないということをプレイヤーにより印象づけるためには、進行係席は廊下にあることが望ましいが、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一つの区切りを表す。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される。つまり、フェイズを越えて産廃を持ち、次のフェイズで処理することは許されない。プレイヤーは、以下の手順に従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ボックス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。

なお、産廃は小さなカード状となっており、カードには10t（トン）または5tと表示されている（図2）。例えば、100トンの生産がなされたら、10トンのカードが10枚このゲーム世界に出回ることになる。不法投棄ボックスは、牛乳パックに穴を空けて作られたもので（図3）、室内外の至る所（20カ所以上）においてあり、各業者指定の席だけでなく、プレイヤーがよく通る場所にも通らない場所に

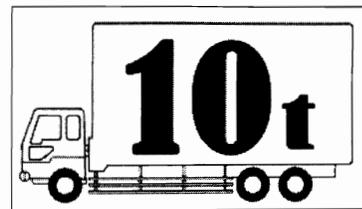


図2 産廃カードの見本

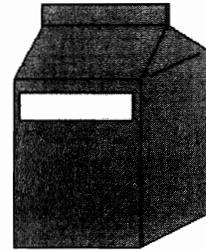


図3 不法投棄ボックスの見本

も、目につきやすいところにも目につきにくいところにもある。不法投棄をしたければ、フェイズ内ならいつでもどこに捨ててもかまわないし、費用はかからない。また、誰がどのくらい不法投棄したかは、他のプレイヤーにも進行係にもわからない。

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2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一次管理票を保管する。

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、2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そろわなかったときは、そのフェイズ終了時に排出事業者責任として排出業者から罰金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。排出事業者のみが罰金を負う理由は、現実問題で排出事業者責任が議論されていることもあるが、本ゲームの枠組みの中では排出事業者にとっての信頼ゲームという側面を強調するために設けられている。

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の一つにはなりうる。

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ほうが、不法投棄による場合よりも環境インパクトは小さい。

中間処理およ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少し上昇する。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10万円を掛けて10万の位を四捨五入した金額を負担する(表1)。

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。すなわち、排出事業者以外は、環境インパクト指数に10を乗じて十の位を四捨五入した金額(単位:百万円)を負担しなければならないが、排出事業者は、環境インパクト指数に40を乗じて十の位を四捨五入した金額を負担しなければならない(表2)。

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。すべてのプレイヤーは、不法投棄をすればその分の委託金を払わなくてもよくなる。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

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	1,000
⋮	⋮

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	1,000	4,000
⋮	⋮	⋮	⋮

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(表3)。この利益に関する情報は、ゲーム開始時は排出事業者しか知らない。ここで得た利益から、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ほう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ほうがよいことになる。つまり、排出事業者にとっては信頼ゲームとなっている。

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や情報伝達ができる。

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するか、あるいは中間処理をしないまま、二次収集運搬業者に渡す。適正に中間処理をすると産廃の量を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。

中間処理にかかわる費用は、10トンあたり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。この中間処理に関する数値に関しては、ゲーム開始時には中間処理業者しか知らない。

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や情報伝達ができる。

3.6.5 最終処理業者 二次収集運搬業者より受け取った

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	5,000	40
3~9	中	7,500	100
10	多	10,000	160

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。

埋立処理にかかわる費用は5トンあたり100万円で、そのとき環境インパクト指数は1高まる。埋立処理をしなかった場合は、すべて不法投棄となるので環境インパクト指数が5トンあたり5高まる。この最終処理に関する数値に関しては、ゲーム開始時には最終処理業者しか知らない。

3.7 社会的ジレンマ構造

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ほうが、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損をする。つまり、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ほうが利益は大きくなる。

仮に、毎フェイズ社会全体にもたらされる金額が一定(7,500万円)であった場合、中間処理およ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4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4に示したように、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保証はない。

4. ゲームの実施

4.1 手続き

上記のルールの下で、8ゲームを実施した。1ゲームあたりの参加者は7~14名で、合計83名が参加した。なお、便宜的に八つのゲームをGame 1からGame 8と呼ぶと、Game 1, 3, 4の3ゲームで参加者が10名に満たず、ある業者については1名しか存在しなかった。Game 1の参加者は8名であり、排出事業者と中間処理業者が1名しか存在しなかった。Game 3の参加者は8名であり、中間処理業者と最終処理業者が1名しか存在しなかった。Game 4

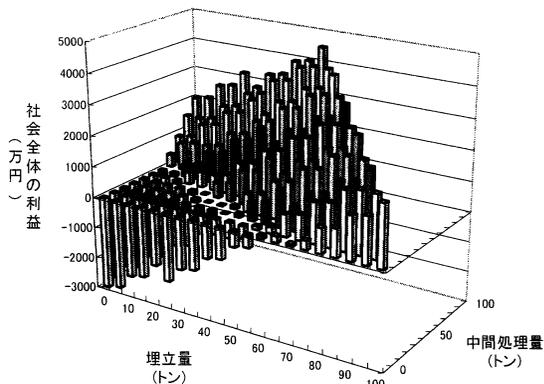


図4 中間処理・埋立処理および不法投棄による社会全体の利益の変動

の参加者は7名であり、中間処理業者、二次収集運搬業者、最終処理業者が1名しか存在しなかった。残り五つのゲームでは、すべての業者に必ず複数名がその役割を担っていた。厳密に言えば、競合したり連合して他業者と交渉できたりといったように、同業者の存在は全体のダイナミクスに影響を及ぼしうると考えられる。しかし、本研究では、異なる業種別かつ同業者の存在別に分析できるほど十分なサンプルを得られていないので、以下の結果には、これらをすべて含めた全体的な結果のみを示す。

すべての参加者は、自己利益最大化が目標であり、最終資産に応じて報酬が得られることを伝えられた。全体ルールの説明後、参加者はくじ引きにより役割を決め、その役割ごとに固有のルールや利得構造などの説明を受けた。

練習フェイズを1回行った後、すべてを初期値に戻して本試行を5フェイズ行った。

4.2 結果1: マクロな動き

はじめに、全体としてみたときのゲーム世界における資産増加率と不法投棄の関係を確認する(図5)。ここで、ゲーム開始時のゲーム世界全体の総資産に対するゲーム終了時の全体の総資産をゲーム世界全体の資産増加率として、この社会全体の資産増加率を排出事業者数で除した値が生産単位あたりの資産増加率である。これは次のような理由による。ゲーム開始時には業者にかかわりなく一律1,000万円ずつ所有しているのでゲーム開始時の全体の資産はプレイヤー人数に1,000万円をかけた値である。だが、このゲーム世界で流通する資産を増やせるのは排出事業者のみであるため、排出事業者の数を資産増加の基本単位とみなし、ゲーム終了時の総資産を排出事業者数で除した値が単位あたり資産増加率とみなせるためである。他方、社会全体の資産を減らす要因は、不法投棄と、適正処理費用および適正処理にかかわる環境修復費用である。

結果としては、不法投棄率の多いゲームほどゲーム終了時に資産が増えておらず、8ゲーム中6ゲームで、開始時よりもゲーム世界全体の資産が減少していた。構造的与件により本ゲームは社会的ジレンマ構造をしているのだから、不法投棄率が多いほど社会全体の利益が低くなることは自明であるが、このことがあらかじめ伝えられていたにもかかわらず、社会全体の資産としてみると、ほとんどの

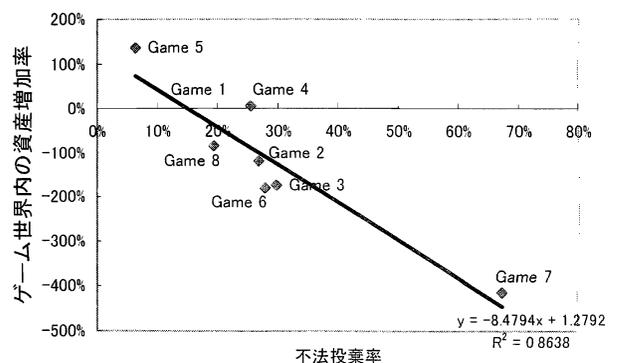


図5 ゲーム世界内の資産増加率と不法投棄量

ゲームにおいて資産の増加に失敗しており、通常の社会的ジレンマのゲームよりも相互協力の達成が難しいことを示している。

なお、ゲーム全体で見れば、ある業者の人数が1名であったか複数名であったかの影響は、図5を見る限り、不法投棄や資産の増加などへ著しく大きな影響を及ぼしたとは考えにくい。

全体としては社会全体の資産を増やすことが困難であったが、その詳細について、フェイズごと、業種別に見てみる。

フェイズごとの平均不法投棄量の推移を見ると、ゲームの進行に伴って、不法投棄量が減っていた(図6)。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。すなわち、論理的には、フェイズが進行しても社会的ジレンマ状況であることは変わらず、利得構造だけを考慮する限りにおいては変化していないにもかかわらず、フェイズを追うごとに不法投棄が減少していた。この結果は、環境ゲーム(Ohnuma 2005; 大沼 2001)や仮想世界ゲーム(大沼・広瀬 2002)でフェイズを重ねるごとに協力率が増えていったという結果と一貫している。ただし、ここでは単純接触による繰り返しの効果なのか、最終フェイズが近づくにつれ終了時に徴収される環境修復費用のことをより考えるようになったり、不法投棄の帰結による深刻さが高まったりしたのかは区別できない。いずれにせよ、最後まで非協力すなわち不法投棄のほうが優越戦略であるにもかかわらず、かつ、最終フェイズがあらかじめ告げられていたにもかかわらず、終末効果(最後に非協力をとったほうが優越である)や、そこからバックワードして最初に戻って協力できないといったことも起こらず、協力率が高まる点は着目に値するだろう。そこで、そのメカニズムについてさらに分析を進める。

次に、プレーヤー種別に不法投棄量を見ると、二次収集運搬業者と最終処理業者の不法投棄量が多く、一次収集運搬業者と排出事業者の不法投棄量が少なかった(図7)。

また、プレーヤー別の受託金額を見ると、排出事業者が得た利益のうち、一次収集運搬業者へ渡される額が著しく少なく、さらにフローの上流から下流に行くに従って、委

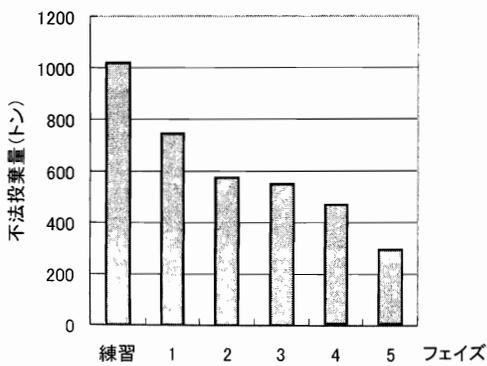


図6 フェイズごとの平均不法投棄量の推移 (練習フェイズ後は初期状況に戻された上で1フェイズが開始された)

託金額が小さくなっていることがわかる(図8)。これは、フローの一方方向性という構造的与件によりもたらされると考えられる。しかし、フェイズを追うごとに、全体として委託金額が高まっていき、下流にも徐々に行き渡っていく様子が読み取れる。下流に委託金も流れるようになったことで、フェイズごとの不法投棄量が減っていったのではないかと考えられる。

以上の結果を総合すると、次のように解釈できる。実際に不法投棄を多くしているのは二次収集運搬業者と最終処理業者であるが、それは産廃が流れてくる量に比して受託金が不足しているためである。とくに、排出事業者はフェイズの前半では得た利益の半分程度しか流通させておらず、後半になってやっと約3分2を流通させている。一次収集運搬業者は、自身では不法投棄をあまりしないが、委託金を抑えて自己利益を多く確保しているため、より下流での不法投棄を促進してしまっていた。しかし、フェイズを追うごとに、資金不足が原因で下流で不法投棄が起こっているらしいことに一次収集運搬業者などが気づき、下流にもお金が流れるように調整し、実際に二次収集運搬業者や最終処理業者も適正処理ができるようになったため、ゲームの後半で不法投棄が減っていったと考えられる。

次に、各業者の最終資産がどうなったかについて検討す

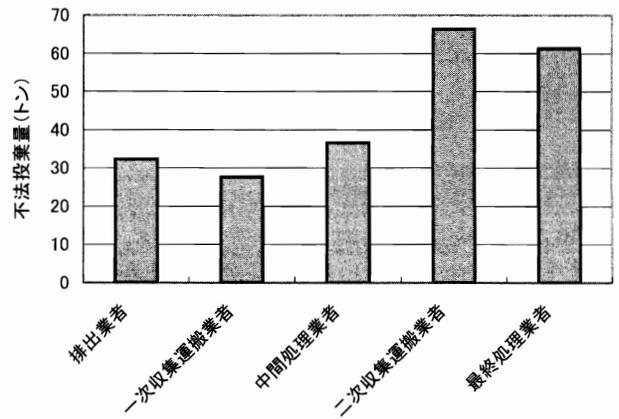


図7 プレーヤー別平均不法投棄量

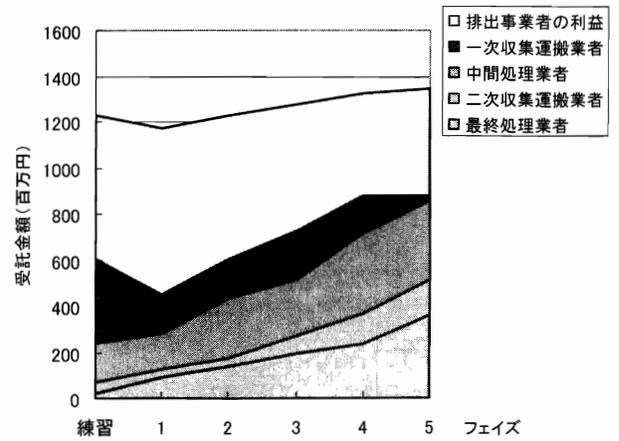


図8 受託金額の推移 (縦軸は8ゲーム合計の金額)

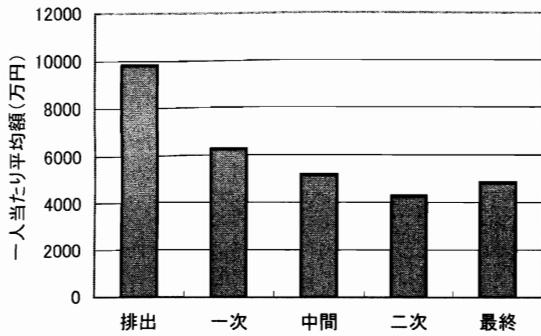


図9 全フェイズ終了時・環境修復費用支払い前の業種別平均最終資産

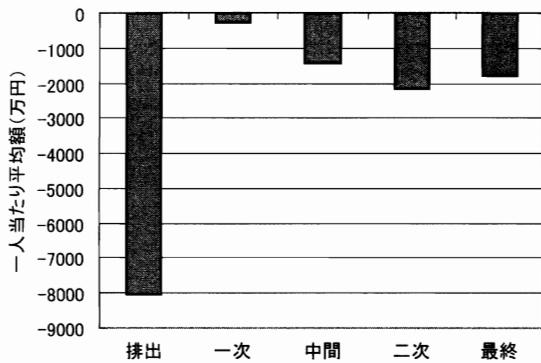


図10 環境修復費用支払い後の業種別平均最終資産

る。図9は5フェイズ終了時の保有資産、図10はさらに環境修復費用徴収後の最終資産である。

排出事業者は、このゲームの中で唯一社会全体に流通する資本を増やせるが、時間内に管理票が返ってこなかったときの罰金や、ゲーム終了時の不法投棄による環境修復費用を他のプレイヤーの4倍支払わなければならないために、委託金を少なく抑えて資本を蓄えており、その結果として、下流に行き渡る金額が少なくなり、本当に不法投棄を誘発してしまっていた可能性が高いことが読み取れる。しかも、図8から、フェイズごとに委託金額は増やしてはいるものの、最後まで資産を保有しようとする傾向が見られたことから、排出事業者への罰金や環境修復費用の過分負担などが、委託金を少なく抑えることにつながり、ひいては不法投棄を誘発する原因となっているといえるだろう。

4.3 結果2: プレーヤーの相互評価

実際の不法投棄は上記のように生じていたが、プレイヤー当事者たちは相互にどのように評価していたのだろうか。ゲーム終了後に行った質問紙の分析を行う。

どの事業者がどのくらい不法投棄をしたと思うかについて尋ねた(表4)。排出事業者は、中間処理業者と最終処理業者が、多く不法投棄していると思っていた。そして、中間処理業者は、排出事業者と最終処理業者が、また、最終処理業者は、排出事業者と中間処理業者が、それぞれ多く不法投棄をしていると思っていた。すなわち、これら移動が制約されているプレイヤーは、直接接触できない他のプ

レイヤーが不法投棄をしていると思いがちであることが読み取れる。一方、最も多く不法投棄をしていた二次収集運搬業者は、他のプレイヤーからはあまり不法投棄をしているとは思われていなかった。二次収集運搬業者は移動でき、誰とも接触することができたためではないかと解釈できる。すなわち、二次収集運搬業者は、交渉を有利に進めるために自分は不法投棄をしていないと装う必要があったため、そのような振る舞いに対し移動できないプレイヤーは直接接触できるプレイヤーの発言を信じてしまった可能性が考えられる。

次に、不法投棄が生じる原因は誰にあるかと思うかの責任帰属について尋ねた(表5)。その結果、中間処理業者と最終処理業者は、排出事業者の原因があると考えていた。また、排出事業者と中間処理業者は、最終処理業者に責任があると考えていた。一方、一次収集運搬業者は、全体的には責任があると思われていないが、二次収集運搬業者からだけは一次収集運搬業者にも責任があると思われていた。一次収集運搬業者は多くのプレイヤーと接触していたため、とくに移動できないプレイヤーから高い評価を得ていたと思われる。しかし、同様に移動可能な二次収集運搬業者は、一次収集運搬業者が中間処理業者との取引を有利に進めるために、二次収集運搬業者と最終業者への委託金が少なくなっていることを目の当たりにして理解していたために、一次収集運搬業者にも責任があると評価していたのではないかと考えられる。他方、二次収集運搬業者は、実際には最も不法投棄が多かったにもかかわらず、他の業者からは、不法投棄の責任があるとは思われていなかった。むしろ、不法投棄をしていることがわかっている二次収集運搬業者自身で自分に原因があると評価していた。

さらに、どの程度信頼できるか尋ねたところ、同様に、直接接触できない業者への信頼は低く、接触できる業者への信頼が相対的に高く、逆に、一次・二次両収集運搬業者は、他の業者から信頼されていた(表6)。とくに、最終処理業者は、排出業者を信頼していない程度が顕著である。ただし、二次収集運搬業者だけは、一次収集運搬業者を信頼していなかった。これも、二次収集運搬業者は、一次収集運搬業者が有利に交渉して資金をとどめていることを知っていたためと考えられる。

以上の結果は、情報の非対称性によりもたらされていると考えられる。つまり、移動可能な一次収集運搬業者と二次収集運搬業者は、移動に制約があるプレイヤーである排出事業者、中間処理業者、最終処理業者から不法投棄はしていないだろうと信用され、ゲームを有利に運ぶことができた。しかし、移動に制約のあるプレイヤーは、もたらされる情報が断片的であるため、不十分な情報から接触できないプレイヤーを信用できず、彼らが不法投棄をしていると考えがちであったといえよう。

5. 考察

全体としてみると、このゲーム社会全体では資産を増加

させることはあまり成功せず、ほとんどの業者は最終資産がマイナスで終わるという結果であった。このことは、本ゲームは、通常の社会的ジレンマ状況であることに加え、非協力行動の帰結が最後にならないとわからないというタイムラグや、情報を得やすいプレイヤーとそうでないプレイヤーが存在するという情報の非対称性、排出事業者にとっては信頼ゲームとなっているなどの諸要件が、全体として資産の増加を困難にしていたと考えられる。なかでも、排出事業者は、十分に委託金を払えば下流で処理をするためのお金が不足することなく処理できたにもかかわらず、罰金や環境修復費用の負担を恐れて資産をため込んだために、本当に下流でお金が不足し不法投棄に結びついてしまった様子が、とくに、二次収集運搬業者と最終処理業者で不法投棄が多かったことから伺える。

しかし、本研究は悲観的な結論に終わらない。上記の諸要因が、単に協力行動を阻害しているだけならば、フェイズを追うごとに不法投棄量が減少したことを説明できな

い。フェイズを追うごとに、委託金額が上昇し、このことにより、最終処理業者がより適正処理をしやすくなった。このことは、相互作用を通じて情報の共有化が進み、非協力行動の帰結をみな理解するようになれば相互協力が達成されるという Dawes, Alphon, Kragt, & Orbell (1990) の知見に沿った解釈が可能である。実際、本ゲームでは、練習フェイズではよくわからずに自分の手元にある利得表だけで交渉していたが、本試行に入ってから、徐々に他のプレイヤーの情報を聞きながら委託金額を決める光景が多く観察された。中には虚偽の申告をして委託金を多く得ようとするプレイヤーも存在したために必ずしも正しい情報が共有されたとはいえないゲームもあったが、それでもなお、各プレイヤーの利害を調整しながら全体利益を目指ようとする機運がフェイズごとに高まっていったようにみえた。つまり、Dawes, et al. (1990) が述べるように、コミュニケーションを通じて社会全体の利益に目が向き、相互協力の期待が高まったと解釈できる。逆に、Tit For Tat の

表4 業者別不法投棄予想評価

評価者	排出業者	中間処理業者	最終処理業者	一次収集運搬業者	二次収集運搬業者
評価対象	平均値 (SD)				
排出業者	2.35 (2.37)	4.26 (1.41)	4.20 (1.97)	2.59 (2.27)	2.93 (2.34)
中間処理業者	4.18 (1.63)	3.11 (1.76)	4.47 (1.36)	4.00 (1.58)	3.33 (2.02)
最終処理業者	4.88 (1.41)	5.11 (1.45)	3.40 (2.32)	4.35 (1.58)	3.87 (2.17)
一次収集運搬業者	2.71 (1.57)	3.68 (1.53)	2.53 (1.25)	2.71 (2.47)	3.93 (1.98)
二次収集運搬業者	3.06 (1.25)	3.84 (1.64)	3.47 (1.46)	3.29 (1.61)	4.27 (1.87)

(評価は7点尺度で、数字が大きいほど不法投棄をしたと思って(思われて)いる)

表5 業者別不法投棄の原因帰属

評価者	排出業者	中間処理業者	最終処理業者	一次収集運搬業者	二次収集運搬業者
評価対象	平均値 (SD)				
排出業者	4.77 (1.56)	5.05 (1.03)	5.13 (1.89)	3.88 (1.69)	4.60 (2.03)
中間処理業者	4.82 (1.07)	3.32 (1.38)	4.87 (1.73)	4.00 (1.17)	3.60 (2.06)
最終処理業者	4.94 (1.20)	4.63 (1.17)	3.93 (1.98)	4.18 (1.51)	3.20 (1.94)
一次収集運搬業者	3.71 (1.05)	4.26 (1.33)	3.40 (1.88)	3.59 (1.50)	5.13 (1.89)
二次収集運搬業者	3.77 (1.15)	3.68 (1.16)	4.00 (1.69)	3.71 (1.10)	4.13 (1.69)

(評価は7点尺度で、数字が大きいほど不法投棄の原因があると思って(思われて)いる)

表6 業者別信頼

評価者	排出業者	中間処理業者	最終処理業者	一次収集運搬業者	二次収集運搬業者
評価対象	平均値 (SD)				
排出業者	4.50 (2.00)	3.50 (1.15)	2.87 (1.19)	4.82 (1.29)	3.93 (1.16)
中間処理業者	3.65 (1.00)	4.83 (1.25)	3.20 (1.37)	4.12 (1.27)	4.87 (2.07)
最終処理業者	3.69 (1.40)	3.58 (0.96)	5.53 (1.55)	4.29 (1.11)	4.53 (1.64)
一次収集運搬業者	4.29 (1.57)	4.53 (1.07)	4.67 (1.59)	4.88 (1.11)	3.13 (1.06)
二次収集運搬業者	4.47 (1.07)	4.32 (1.29)	4.87 (1.73)	4.29 (0.77)	4.62 (1.61)

(評価は7点尺度で、数字が大きいほど信頼して(されて)いる)

ような戦略による説明は困難である。つまり、このゲームでは、相手が非協力行動（不法投棄）をしたかどうかは最後まで不明なため、相手の行動に応じて戦略を変更することが原理的に不可能なためである。また、Tit For Tat 以外でも、自分の利得構造のみに反応して考える限り、相互協力を実現する誘因は見あたらない。いずれにせよ、本ゲームのように相互協力の実現が困難な構造的与件があってもなお、不法投棄が減少することについて、さらに検討を進めていくことで、ゲーム理論研究に一石を投じ、かつ、応用研究に資することにつながられるだろう。

ただし、今回行った 8 ゲームのうち 3 ゲームでは、一部の業者は 1 名しかいなかったため、その影響については慎重に考察する必要があるだろう。一人しかいない業者が、例えば、自己利益最大化を追求したければ交渉をより有利に進められたかもしれないし、逆に環境に配慮しようとするればそのように交渉を運びやすかったかもしれない。しかし、不法投棄率を見ると、必ずしも参加者が少ないからといって、そのゲーム全体で見るときには不法投棄が多かったり少なかったりということではなかったようである。一般に社会的ジレンマ状況では、集団サイズが大きくなると非協力行動が多くなるという知見 (Olson 1965; 木村 1991, 2002; Marwell & Ames 1979; 山岸 1990) からすると、サイズの効果が見られなかったのは、こうした影響もあるかもしれない。競合する同業者の有無が影響した可能性も含め、今後詳細にその影響過程を検討する必要があるだろう。こうした留保条件があるものの、業者が一人しかいないか複数いるか、また、集団サイズの違いを超えて、全体としてはフェイズを追うごとに協力率が高まること、社会全体の利益に目が向くことなどの可能性については、今後さらに検討を進めるに十分値するといえよう。

6. 現実問題への示唆と限界

6.1 排出事業者責任の考え方

現在の産業廃棄物処理は、排出事業者責任の下、原則として不法投棄の責任は排出事業者に帰される。この考え方は、経済流通メカニズムの中で、その最初である排出業者に責任を負わせれば、そしてその仕組みとしてのマニフェスト（管理票）制度を整えれば、製品の行く末を追うことができるだろうという発想に基づいている。大きな枠組みとしては、この考え方に異を唱えるわけではないが、その負わせる責任の強さについては、別の観点からの議論も必要ではないかという指摘が本研究の結果からできるだろう。排出事業者が負うべきコストについてはすでに議論されているが、排出事業者を締め上げすぎると、かえって、処理のフローに資金が回らなくなり、結果として不法投棄を誘発する恐れが高まるかもしれないことについては、あまり議論されていない。だが、本研究の結果から、単に、排出事業者が負うコストの問題だけでなく、本ゲームの中では排出事業者のみに課せられる罰金や過重な環境修復費用の負担といった信頼ゲームとして実装されていたような

不信の構造を強化してしまうことにより、その下流で「適正処理をしたくてもできないために不法投棄せざるをえなくなる」という状況を再生産しかねないことが示唆されよう。ただし、このことは信頼ゲームの側面をゲーミング世界に実装したために観察されたことであって、現実世界の問題がゲーミング世界に反映されているわけではない点には留意する必要があるだろう。

今後は、こうした側面も考慮しながら、実効性ある排出事業者責任のあり方を検討していく必要があるだろう。

6.2 情報共有

現実には起こっている産廃のやりとりでは、一度渡したら闇に消えていくものであり、特定の事業者と取引していても、その行く先を追いかけることができない (石渡 2002)。そのため、透明性や追跡可能性を高める施策も提案されている。だが、それ以上に、情報の共有化が重要だろう。本研究は、情報接触できない業者へは不信感が高まり、不法投棄をしていると疑いやすくなり、逆に、接触できるプレーヤーは、実際に不法投棄していても、していないと評価されやすいことを示した。情報が非対称なままだと、実際に不法投棄をしていない業者へ疑いをかけてしまうことになってしまうかもしれない。

また、直接接触の機会を増やすことは、全体利益を考えるきっかけにもつながるかもしれない。必ずしもすべて完全に正確な情報でなくても、共有化のプロセスそれ自体が、自分の利益だけでなく相互の利益に目を向け、ひいては全体の利益に目が向かっていくきっかけとなる可能性がある (Dawes, et al. 1990)。

6.3 現実問題を考える上での制約

6.3.1 業者の独立性とフローの方向性

本ゲームでは、五つの業者が完全に独立であるという設計となっていた。だが現実には、中間処理や最終処理業者が収集運搬業者を兼ねたり、収集運搬業者がさまざまなフローに介在したり、もっと複雑な動きをしており、この複雑な動きの中で巧妙に不法投棄が起こっている (石渡 2002)。本ゲームでは、これらの複雑な動きを思い切って単純化した。そして、不法投棄は、至って簡単にできるようになっているが、実際の不法投棄は命がけの面もある。これだけでは、産廃の行方を追いかけるながら不法投棄のメカニズムを考えることには限界があるだろう。

しかし、単純化したところから出発しているがゆえに理解可能な点もある。初期設定としては、確かに一人のプレーヤーは一つの独立した業者としてゲームを開始したが、ゲームの進展に連れ、同業者あるいは他業者と連携するなどが容易に観察される。例えば、同業者と同一会計にして資産を単純に割り勘としたり、他業者と連携して共犯して不法投棄をしたり、あるいは共同で交渉にあたり利益をもたらす分配しあうなどの動きも見られた。本研究では、これらの複雑なダイナミックスの分析が十分できているとは言い難いが、個人を単位とした自己利益最大化を目指すよう教示したにもかかわらず、上に述べた情報の共有

化などを通じて、結果として個人単位から個人を越えたいわば“結合的個人”のような振る舞いが自然発生しているという解釈は可能である。同時に、廃棄物フローの一方方向性という単純な初期設定としているにもかかわらず、共犯や共同などにより、あたかも現実問題と類似した下流から上流への影響も少なからず見られた。もちろん、ゲーム上で観察されたことと現実のそれとは似て非なる可能性について慎重に扱わなければならないが、業者の独立性やフローの一方方向性といった単純な原理から出発しても、狭い意味での個人主義的な振る舞いを越えた動きが自然発生したり、それによって下流から上流への複雑な影響過程が生じたりといったゲーム世界全体のダイナミクスについて分析していくことで、今後さらに貢献可能な知見を提供できるかもしれない。

6.3.2 今後本ゲームに含めるべき与件等

現実の産業廃棄物処理で重要な問題として指摘されているが、本ゲームでは考慮されていない点もある。例えば、最終処分のための土地取得の困難さとそれによる高騰の問題がある。本ゲームでは、最終処理業者は一方向的に受託金額が低く抑えられる存在であったが、実際には、むしろ最終処分場の高騰を理由に最終処理業者が値を上げるといった現象が起きている。今後は、例えば、最終処理業者に集団的拒否権を与えると何が起ころ、それが全体としてどう変化するかなどを調べる必要があるだろう。

また、より大きな問題として、本ゲームでは、環境修復費用はすべて5種類のプレイヤーに還元されるという設定になっていた。いわば、すべての経済メカニズムがこの5業者に内部化しており、いわゆる外部不経済の問題が設計に含まれていない。現実の問題では、事業者による不法投棄の結果は、市民や行政への負担となり（行政への負担も、回り回って税金などとして市民の負担となることも含めれば、広義にはすべて市民の負担と言い換えてもよいかもしれない）、必ずしも事業主体に還元されるとは限らない。今回行ったゲームでは、このような問題は含まれていない。その理由は、不法投棄の帰結を外部化してしまえば、より不法投棄が増えることが自明だからである。むしろ、本研究の主眼は、不法投棄の帰結が自身に振り返ってくるのがわかっているにもかかわらず、協力を阻害する外部要因を明らかにし、それらの要因がある下では監視や罰則の強化だけでは必ずしも協力を導くとは限らないということを検証することにあつたため、いわゆる外部不経済の問題はゲームの中に組み込んでいなかった。しかし、現実の問題を考えていく上では、一方向的に被害を受ける市民の存在は無視できない。今後は、市民セクターに該当するプレイヤーを設定し、例えば、“産廃Gメン”などとして、不法投棄による環境汚染の被害を受けると同時に、それを避けるべく主体的に行動するようなプレイヤーをルールの中に盛り込んだときにどのようなことが起こっていくのかを調べていく必要があるだろう。

以上のように、ゲームのルールを改善し必要と考えられ

る要件を組み込み、そこで生じる現象を観察し、そこから導かれる理論的意義を考察しながら、現実の問題へ戻っていくという作業を繰り返す必要があるだろう。

これらの諸制約があるとはいえ、例えば、上に論じたような排出事業者責任の負の側面や、情報共有の重要性とそれを阻害する要因など、単純化することで見えてくる側面もあるだろう。今後とも応用可能性については現実問題からの知見と対応させながら、慎重に検討していく必要があるだろう。

7. ゲーミング技法としての発展可能性と今後の展望

7.1 マイクロ-マクロ分析ツールとしてのゲーミング

最後に、本ゲームの技法上の発展可能性について言及したい。社会学、社会心理学、経済学など社会科学諸分野において、マイクロ-マクロ問題 (Comt 1875; Coleman & Fararo 1992; 山岸 1992; 亀田 2000) や、制度 (レジーム)-参画者 (アクター) 分析 (吉田 2004) の重要性が繰り返し指摘されてきたが、実際にはマイクロ-マクロ相互作用の過程は、実験室実験においてはごく限られた単調なマクロ事象しか扱われず、他方、現実問題の分析からは、アクターの複雑な相互作用の分析が困難であり、一次資料からのマクロ指標を概観するに過ぎないことがある。しかし、ロールプレイング型のゲーミング手法を用いることで、マイクロレベルでの相互作用を追いかけつつ、構造的与件として設定したマクロ指標と関連を分析していくことができる。今後は、ゲームの構造的与件もさまざまに変化させながら、こうした相互作用の分析をさらに進めていくことで、さらなる有益な知見が得られると期待される。

産業廃棄物不法投棄の例でいえば、不法投棄それ自体はマクロな事象であるが、必ず不法投棄をする主体が存在しており、その主体にとってのミクロな誘因構造が存在しているはずである。その主体が不法投棄に至る道筋は決して一つではないが、本研究で開発した「産業廃棄物不法投棄ゲーム」はその一例を示しているといっていよう。ひとたび、個人単位 (あるいは個体や一事業主体など) で分析することを放棄し、あらかじめ複数の個人があたかも結合したかのような状態を所与とすれば、より容易に理解可能であるという議論もあるだろう。しかし、この捉え方は、Allport (1924) が集団錯誤 (group fallacy) と名づけたように、“集団心”のような実体として捉えようのない存在を仮定した構成概念で語られる危険性が大きい (詳細は亀田 2000)。本研究は、個人を分析の最小単位として出発しても (方法論的個人主義: cf. Allport 1924)、協力や競争を通じて、結果として、個人単位では説明しにくい集合的現象が生じるプロセスを解明するという立場にあり、このような立場からのアプローチは、今後、マイクロ-マクロ問題の研究にとって発展可能性が十分にあるだろう。

7.2 参加者にとってのゲーミング

本ゲームは研究ツールとして開発したもので、必ずしも

教育ツールとしては想定していないが、教育ツールとしての発展可能性もあるかもしれない、参加者が何を学習したのかなどを分析しながら、学校教育や社会人教育などでも使用できるようにしていくことも重要だろう。

さらに、本研究では、参加者が主観的にどのようにゲームを捉え、それが相互作用を通じてどのような変化が生じたかを十分には分析していない。例えば、フローの一方性という構造的与件により、次のプレーヤーへ産廃を渡さなければならないといった使命感のようなものが参加者にどの程度強く認識されていたかが全体の結果を左右したかもしれない。つまり、使命感のようなものによって不法投棄の抑止につながっただけではないかといった疑問もあるだろう。また、管理票の捺印というインタラクティブな活動自体が楽しくなってきた、それが結果的に相互協力に結びついたのではないかという解釈も可能である。これら参加者にとっての主観的な経験がもたらす効果や意味などについては、今後、さまざまな場面で本産業廃棄物不法投棄ゲームを実演し、そのフィードバックを得ながらさらに深めていく必要があるだろう。

謝辞

本研究は科学技術融合振興財団研究助成なら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)セイコマート）の北海道大学文学部卒業論文として提出された。本稿は、同卒業論文を加筆・修正し、さらに論考を加えたものである。

本稿の作成にあたって、杉浦淳吉先生（愛知教育大学）から有益な示唆をいただいた。ここに深く感謝申し上げます。

参考文献

- Allport, F. H. (1924) *Social Psychology*. Houghton-Mifflin.
 Comt, A. (1875) *The positive policy* (Vol. 4). Longmans Green.
 Coleman, J. S. & Fararo, T. J. (1992) *Rational choice theory: Advocacy and critique*. Newbury Park, CA: Sage.
 Dawes, R. M., Alphonso, J. C., Kragt, A. J., & Orbell, J. M. (1990). Cooperation for the benefit of us - not me, or my conscience. In J. J. Mansbridge (Ed.) *Beyond self-interest*. The University of Chicago Press, 97-110.
 Hardin, G. (1968) The Tragedy of the Commons. *Science*, 162, 1243-1248.
 広瀬幸雄(1997)「仮想世界ゲームとは何か」, 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, 11-23.
 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.

- 石渡正佳(2002)『産廃コネクション』, WAVE 出版
 環境省(2006)『産業廃棄物の不法投棄等の状況(平成17年度)について』環境省報道資料.
 亀田達也(2000)「人間の社会性をどう捉えるか」, 亀田達也・村田光二編著『複雑さに挑む社会心理学』, 有斐閣, 1-23.
 木村邦博(1991)「オルソン問題」, 盛山和夫・海野道郎(編著)『秩序問題と社会的ジレンマ』, ハーベスト社, 167-197.
 木村邦博(2002)『大集団のジレンマ: 集合行為と集団規模の数理』, ミネルヴァ書房.
 Marwell, G. & Ames, R. E. (1979) Experiments on the provision of public goods I: resources, interest, group size, and the free rider problem. *American Journal of Sociology*, 84, 1335-1360.
 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的行動や解決策選択に及ぼす効果」, 『心理学研究』, 72, 369-377.
 Ohnuma, S. (2005) 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, 21-28.
 大沼進・広瀬幸雄(2002)「仮想世界ゲームにおける環境問題解決策選択の規定因」, 『シミュレーション&ゲーミング』, 12, 1-11.
 Olson, M. (1965) *The Logic of collective action*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
 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.
 山岸俊男(1990)「集団サイズの残余効果とその媒介要因」, 『心理学研究』, 61, 162-169.
 山岸俊男(1992)「マイクロ・マクロ社会心理学の一つの方向」, 『実験社会心理学研究』, 32(2), 106-114.
 吉田文和(2004)『循環型社会: 持続可能な未来への経済学』, 中公新書

ゲームの出典

- 廃棄物処理ゲーム. 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.; 杉浦・広瀬(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.; 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.
 環境ゲーム. 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的行動や解決策選択に及ぼす効果」, 『心理学研究』, 72, 369-377.; Ohnuma, S. (2005) 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, 21-28.
 仮想世界ゲーム. 広瀬幸雄(1997)「仮想世界ゲームとは何か」, 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, 11-23.
 産業廃棄物不法投棄ゲーム. 新規開発

Development of the “Industrial Waste Illegal Dumping Game” and a Social
Dilemma Approach —Effects Derived from the Given Structure
of Asymmetry of Incentive and Information—

Susumu OHNUMA* and Yoko KITAKAJI**

**Hokkaido University*

***Seicomart Company, Ltd.*

The “Industrial Waste Illegal Dumping Game” is based on a simulated social dilemma structure with aspects of asymmetry of incentive and information, one way flow of waste, and trust game. There are five different types of players in this game: the producing industries who produce money and waste; the mid-process industries who can reduce waste; the terminal industries who reclaim waste in landfill; the first and the second carriers who convey the waste. All players have to make decisions between cooperation (appropriate disposition and commission) and non-cooperation (illegal dumping). Eight games were conducted and the following are the results obtained: 1) Illegal dumping decreased over phases. 2) The players in downstream of the waste flow did more illegal dumping. 3) The Producing industry did not pay enough money to allow appropriate disposition, because they feared paying for potential fines and environmental restoration after all sessions are completed. Lack of initial spending money brought about more illegal dumping, causing later defrayment of greater costs. 4) Players who could not move were likely to be evaluated as less trustful, while those who could move were likely be evaluated as trustful.

Key words: Social Dilemma, Industrial Waste, Illegal Dumping, Asymmetry of Incentive and Information, Trust