



## 卒業論文

# ゲーム理論を用いた残土処理問題の一考察

～静岡県のリニア中央新幹線の事例から考える自然関連リスクと意思決定について～

慶應義塾大学 経済学部経済学科

大沼あゆみ研究会 18 期

学籍番号 22009751

佐藤 慶汰

“You can recognize a small truth because its opposite is a falsehood. The opposite of a great truth is another truth.”

— Niels Bohr

## 要旨

本論は、静岡県のリニア中央新幹線の建設残土問題の事例について、計画の鍵となる利害関係者の効用・評価額等を含めた意思決定状況を表現する協力ゲームのモデルを用いて分析することで、最も好ましい条件・意思決定・利得配分はどのようなものになるかについて議論する。

建設残土の処理問題（以後「残土問題」）は、1990年代に顕在化した環境問題であり、建設発生土の不適切処理による土砂災害、土壌汚染、環境破壊等の被害を引き起こすことで知られている。当問題では、工事の計画における費用便益分析や環境アセスメント、周辺地域や専門家へのヒアリングが独立した調査結果として報告・評価されるため、外部費用が適切に反映されないといった現状があり、これが残土問題における大きな課題点となっている。静岡県におけるリニア中央新幹線建設計画では、残土処理における対立が一つの原因となり、計画が中断されるまでに至った。

秀島・小池・山本（1999）は、建設残土の処理を複数地域で分担するような提携が処理費用の低下に有効であることを示した。また、見波・嶋津

（1998）は、建設残土の土量配分計画をモデル化することで、最適な組み合わせを見つける手法を検討した。これらの既存の研究は、残土問題における費用を最小化するような経済学的な側面を取り扱っているものの、環境問題としての側面が分析に欠けていた。本論では、残土問題における意思決定の状況に自然関連リスクを取り入れたモデルを用いることで、利害関係者の選択と環境負荷を適切に反映させた利得配分を導出し、残土問題における一つの解決案を検討した。

リニア中央新幹線の静岡工区における残土問題（以後、リニア問題）を対象に、利害関係者の効用や自然関連リスクを取り入れた特性関数形ゲームを定式化し、コア、シャプレー値、仁の解を算出した。建設残土を排出する排出事業者、残土の受け入れを検討する大井川流域の残土受入業者、建設残土・汚染土を処理できる外部事業者の三者を利得を持つプレイヤーと定め、中断されている計画の利得・費用配分状況を基準点とし、それぞれが提携す

ることで得られる追加の利得を設定した。排出事業者には、提携によるキャッシュの増減と環境負荷の緩和による株価下落回避額，受入業者には、提携ごとの補償金による効用及びキャッシュの増減と生態系損失の回避額，外部事業者には提携によるキャッシュの増減を利得に計上した。結果として，全体連携が最適な非凸ゲームが完成し，コア，シャプレー値，仁のそれぞれの解が存在した。排出事業者の利得は受入業者との個別提携の利得を上回らなかったものの，全体提携においても個人合理性を満たしていた。受入業者に関しては，全体提携が最も好ましく，外部事業者は自らが関わる存在する提携での利得は一定で個人合理性を満たしていた。自然関連リスクも提携の利得配分の決定に大きく影響した。特に株価への影響が大きいほど，排出事業者が全体提携をより好むようになることから，建設計画の再開を望む利害関係者は，環境破壊が深刻であることを株主に示すことが最適解であることがわかった。本論文は，現在のリニア問題に対する各方面からのアプローチの見直しを提起することで，残土問題における自然関連リスクを取り入れた協力ゲームの有用性を示すものとなった。

# 目次

序節	5
第1節 残土問題について	7
1.1 残土問題とは	7
1.2 残土問題の現状	7
1.3 先行研究	9
1.4 今後の課題	10
第2節 リニア中央新幹線静岡工区の建設問題について	12
2.1 リニア建設問題とは	12
2.2 主な対立構造とそれぞれの主張	13
2.3 環境への影響について	14
第3節 外部地域を含む残土処理提携の提案	16
3.1 外部地域との提携の必要性	16
3.2 提携と自然関連リスクについて	16
第4節 モデル分析	19
4.1 分析の目的	19
4.2 条件の設定	19
4.3 分析モデルと結果	26
4.4 考察	29
4.5 今後の課題	31
終節	33
謝辞	34
参考文献	35

## 序節

建設残土の処理問題（以下「残土問題」とする）は、1990年代に顕在化した社会問題の一つであり、建設発生土の不適正な処分・処理によって土砂災害や土壌汚染、環境破壊等の被害が引き起こされることから、環境問題としても認知されている。近年では、2021年7月に静岡県熱海市で発生した土石流が、不適切な残土処理に起因したことから、残土問題に対する注目度が高まっている。静岡県はこの被害を受け、条例<sup>1</sup>を制定することで残土による被害を減らすことを試み、国もそれに追随する形で法規制<sup>2</sup>を強化するに至った。

JR東海<sup>3</sup>が主導するリニア中央新幹線建設計画は、この残土問題の対策強化の影響を受け、プロジェクトが中断するに至った。南アルプストンネルの静岡工区にて発生する建設残土の処理方法が新しい法規制の下では適していないといった指摘に加え、その他環境評価が十分でないといった主張が静岡県からなされ、計画が中断した。残土の処理問題以外にも、工事による大井川の流水量減少が生態系の損失に繋がる環境問題やトンネル湧水の所有権の所在を争う政治問題が顕在化しており、リニア建設プロジェクトの実現が大変困難なものになっている。

リニア建設問題に対する世間の反応はおおかた、建設側であるJR東海の立場を擁護する意見ばかりである。リニア中央新幹線の開通は、日本の国民にとってメリットがある話であることから、建設の中断を決めた静岡県知事及び建設反対派を批判する声が多数派であり、日本政府ですら静岡県側に理解を求めるような姿勢を取っている。それでも、静岡県側の主張は変わらず、引き続き専門家や見識者の意見を仰ぎながら慎重に判断したいといった姿勢で、工事再開の目処が立たない。果たして、リニア建設の計画は今のままでいいのか。費用の最小化を追求する建設側と、より正確な外部費用を算出し

---

<sup>1</sup> 静岡県ホームページ「土採取等規制制度について」

<sup>2</sup> 国土交通省ホームページ「宅地造成及び特定盛土等規制法（通称「盛土規制法」）について」

<sup>3</sup> 東海旅客鉄道株式会社の略称

た上で決断を下したい受入側の対立は如何にして解決できるのだろうか。そこで、本論文では、このリニア建設問題の中でも最も利害関係者の求めるものが明らかになっている残土問題に注目し、ステイクホルダーの効用をもとにした特性関数形ゲームを用いた分析を行うことで、現在のリニア問題に対する各方面からのアプローチの見直しを提起する。また、残土問題において、各プレイヤーの効用を取り入れた協力ゲームによるアプローチが有用であることを示す。

構成としては、第1節にて日本における残土問題の現状を紹介し、第2節でリニア中央新幹線静岡工区における状況を説明する。第3節では、外部地域との提携を提案し、第4節にてモデルを用いた分析及び考察を行い、提言の課題点も議論する。

## 第1節 残土問題について

リニア中央新幹線の建設問題を議論する前に、残土問題の全貌について紹介する。

### 1.1 残土問題とは

建設事業では、工事の際に大量の建設発生土や産業廃棄物などの建設残土が発生する。この建設残土をどのように処分するかが、建設計画における大きな課題となっている。建設発生土の受け入れ可能なサイトの少なさや受け入れ許容量の少なさ、運送や要対策土の処理にかかる費用の高さなどが要因となり、適正な建設残土の受入先を確保するのが難しいといった問題が、社会問題として取り上げられている。また、こうした問題から建設残土の不適正な処理が横行しており、不法投棄や不適切な埋め立てなどにより、崩落事故や環境汚染なども発生することから、環境問題としても注目が集まっている。

この問題は、1990年ごろに顕在化し、「再生資源の利用の促進に関する法律」が施行され、建設残土と廃棄物の分離が義務化されるなど社会問題として様々なアプローチが取られているものの、未だに問題の解決には至っていない。近年では、2021年7月に発生した静岡県熱海市の土石流災害の発生に伴い、全国一律の盛り土に関する法規制が必要だといった議論が進み、2023年の5月から「宅地造成及び特定盛り土等規制法」が施行された。しかし、これらの法規制やアプローチは残土問題を根本的に解決するような施策とはなっておらず、未だに多くの課題が残っている。

### 1.2 残土問題の現状

残土問題による弊害は、主に3つある。1つは、不法投棄や緩慢な残土処理によって発生する土砂災害などの大規模な人災、2つ目に、汚染土などの不適切な処理によって生じる公害、3つ目に、残土処理を巡る対立による工事計画の中断・中止が挙げられる。これらの弊害に対し、どのようなアプローチが取られているかについて説明する。



まず、1つ目の土砂災害などの大規模な人災については、この課題に対するアプローチはいくつか取られている。地方自治体における条例の制定や国による法規制の強化などは、土砂災害などの被害を減らすのにある程度有効である。人災の責任の所在を明確にすることや処罰をより厳格にすること、残土処理における透明性を高めることなど、様々なアプローチが取られている。これらが、土砂災害に繋がるような不適正な残土の処理に対する抑止力となっていることから、大規模な人災といったものは今後減るのではないかと考えられる。

2つ目の、汚染土などの不適切な処理によって生じる公害については、なかなか対応が難しい課題となっている。建設で発生する残土を再利用できる土資源と廃棄物として処理する必要のある残土に分別することは義務付けられているものの、意図的でない汚染土の分別ミスによる公害やその公害の隠蔽などによる被害は未だに発生しており、建設事業・工事に対する信頼を落とす原因となっている。建設を計画する段階で、環境アセスメントを行うことで環境への影響を把握するアプローチが取られているものの、人々に影響を与えかねない環境問題を必ずしも防ぐことはできていない。実際に、JR北海道が運営する北海道新幹線の延伸工事では、汚染土の処理が計画通りの手法では不十分であったことから、地下水の汚染が発生した<sup>4</sup>。また、この事件は地元住民によって明らかになったものの、工事開始から2年ほどが経過していながら、建設側はこの汚染を長らく認めなかった。このように、法規制や環境アセスメントだけでは解決が難しいことがわかる。

3つ目の、残土処理を巡る対立による工事計画の中断・中止に関しては、上記2つの弊害による影響を大きく受けている。土砂災害などの原因になりかねない建設工事や環境アセスメントが十分か疑わしいプロジェクトに対して、抵抗があることは自然なことである。費用を最小化させたい施工者にとって、より安全度の高い残土処理は経済的でないことから、建設計画に対立が生じることも多々ある。また近年では、自然資本に対する見方の変化などの影響が顕著にみられる。生態系にインパクトを与えかねない建設事業は、

---

<sup>4</sup> 流域の自然を考えるネットワーク ホームページ「活動報告：北海道新幹線」

住民やその他利害関係者とのコンセンサスを取ることが大変難しくなっている。本論文で扱うリニア中央新幹線の建設が中断されている状況も、生態系への影響が1つの争点となっていることから、残土問題は建設計画を中断・中止させる弊害を生じさせているといえる。こうした現状を踏まえた上で、残土問題に関する先行研究をここで紹介したい。

### 1.3 先行研究

残土問題に関する研究は、1990年ごろから進んでおり、建設残土の有効利用であったり、輸送問題であったりといった土木計画の分野に関する研究論文がいくつか存在している。一方で、近年の残土問題に関する研究はあまり進展がなく、多くは建設残土が引き起こす問題についての紹介や何が原因で残土問題が発生するのかなどの、社会問題としての研究ばかりで、工学・経済学的分析を用いた論文はほとんど見つからない。ここでは、1988年の土量配分計画についての研究と1999年の建設残土ビジネスについての研究を紹介する。

見波・嶋津（1988）は、複数の工事における建設残土の流用を合理化するような、土量配分計画モデルを提案した。建設現場における建設残土の処分が難しいといった排出者側の問題と土を必要とする工事現場における土資源の確保が難しいといった需要に目をつけ、当時は廃棄物扱いであった残土を資源と見なすことで資源配分計画モデルを提案したこの研究は非常に先見性のあるものであった。建設残土の搬出量やサイト間の移動時間、土質、ストックできるキャパシティ、費用など、多くの要素を組み込んだ計画モデルは、建設残土の有効利用に役立つように見える。1990年代以降の建設残土の有効利用率の増加は、こうした研究の積み重ねで成した結果なのかもしれない。

秀島・小池・山本（1999）は、建設残土の処理を複数地域で担うことによって得られる利益を生業とするビジネスが成立するかについて議論した。この研究では、建設残土の適正な処分は法規制のみでは解決できない点、技術的・経済的条件を整備する必要性を指摘し、複数地域による残土処理の分担がもたらすメリットを示した。ゲーム理論を用いて、地域間の提携が残土処

理に有効であることを示したこの研究は、本論文においても大きな意味をもつ。残土処理を複数地域に分担させる、または地域同士が提携するといった概念は、本論文にも登場する考えであり、残土問題を考える上での一つの重要なコンセプトであることが読み取れた。

これらの先行研究は、残土問題を工学・経済学的に捉える研究として、貴重な研究であった。しかし、環境問題に対する取り組みがより重要視される現在、2024年にはあまり適していない。環境経済学的な側面が不足しているのである。本論文では、自然関連の金融リスクを組み込んだゲーム理論の分析を行うことで、環境経済学としての残土問題のアプローチを考える。

#### 1.4 今後の課題

上でも述べたが、建設残土に関する法規制が強化されること自体は、不適正な残土処理を減らすのに有効ではある。しかしながら、問題の抜本的な解決には至らない政策である。大前提の問題として、建設残土の取り扱いにおける透明性は極めて低く、適切に処理が行われているかどうか分かりにくいのが現状である。また、適切な処理とは一体何を指すのかも曖昧である。今まで施行されてきた法規制は、災害や問題が発生した際の責任の所在を明確にするものや大規模な人災を防ぐことに重きを置いている。そのため、現行の法規制では、環境破壊や地域住民への公害などを完全に防ぐことは極めて困難である。

現在の建設事業における残土処理の進め方としては、施工者が費用を最小化できるような実現可能な残土の処理方法を検討し、環境アセスメントによる環境負荷の確認を行った上で対応策を講じ、周辺住民や利害関係者に理解を求めるといった流れになっている。このようなフローがあるにも関わらず、残土問題は未だに、人々に被害を与えるような公害問題を引き起こしたり、自然環境を大きく劣化させるような環境問題を引き起こしていたりと数々の課題を抱えており、建設計画にも支障が出る事態にまで至っている。次節で詳しく説明するが、JR東海<sup>5</sup>のリニア中央新幹線建設計画では、国に

---

<sup>5</sup> 東海旅客鉄道株式会社の別称 本論文内ではこの名称を用いる

よる法規制の強化及び県の新条例が影響し、静岡工区の建設許可がおりていない。

そこで、今一度、残土問題の何が問題で、どのようなアプローチが有効かについて検討する必要がある。費用重視の残土処理計画に問題があるのか、それとも環境アセスメントの評価基準が適切でないのか、あるいは周辺住民や利害関係者間のコンセンサスの取り方が悪いのか、恐らく、これら全てが残土問題において議論すべき課題であり、長らく放置され続けてきた問題である。では、どのようなアプローチが必要となるのだろうか。

本論文では、ゲーム理論を用いたアプローチを考察することで、利益を最大化したい施工者と環境負荷を適切に計画に組み込みたい残土を受け入れる周辺住民の両者が、どのように行動するのが最適で、どのような利得配分が好ましいのかについて分析を行う。従来の残土問題に関する研究で不足していた環境問題としての側面と、残土を排出する主体と受け入れる主体の両者の主張を組み込んだモデルを提案することで、残土問題の抱える課題を解決できるのではないかと。静岡県のリニア中央新幹線建設問題を事例として、分析を行い、残土問題の解決策の提案を試みた。

## 第 2 節 リニア中央新幹線静岡工区の建設問題について

### 2.1 リニア建設問題とは

まずは、今回の論文で研究対象となるリニア中央新幹線建設問題（リニア建設問題）について説明する。東京から大阪を繋ぐ超電導リニアを用いた高速鉄道の建設が 2014 年に始まった。JR 東海と日本政府が協力して整備計画を主導しており、2027 年に一部開業、2037 年に全線開通を目指している。しかし、2020 年ごろに JR 東海は、トンネル工事によって湧水が外部に流出し、本来湧水が流れ込むはずの大井川への流水量が減少することを発見した。静岡県は計画当初、湧水の大井川への流水量を減少させないことを希望した上で建設に合意していたことから、着工中止を迫った。その状況に加えて、2021 年 7 月 3 日に発生した熱海市の土石流災害により、建設残土の取り扱いに関するルールが厳格化した。静岡県が制定した新条例における残土処理の規定に JR 東海の計画案がそぐわないことから、建設の許可を出さないことで静岡工区における建設計画は中断した。この静岡県と JR 東海の対立がリニア建設問題と呼ばれている。

このリニア建設問題における主な争点は 2 つであり、1 つは湧水問題、もう 1 つは残土問題である。1 つ目の湧水問題に関しては、政治問題としての特徴が強い。トンネル工事によって流出する湧水を全量戻すことが可能であるといった虚偽の主張をすることで、計画の賛同を得た JR 東海の態度には疑問が残るものの、可能な限り全量に近い湧水を戻せるような施策を考案している。有識者会議<sup>6</sup>にて、影響は限りなく少ないといった結論が示されている以上、静岡県側は建設計画の許可をしても良いように思えるが、県知事は頑固に対立姿勢を見せ続けている。水資源に関わる問題は、政治問題化しやすいことから、本論文では度外視した。これ以降は、もう 1 つの大きな争点である、残土問題にのみ着目し、議論を進めていくこととする。

---

<sup>6</sup> 国土交通省ホームページ「リニア中央新幹線静岡工区 有識者会議について」

## 2.2 主な対立構造とそれぞれの主張

このリニア建設の残土問題における主な対立構造は、建設を再開したい JR 東海と残土による環境負荷を極限までに抑えたい静岡県の対立であり、両者ともに対話を重ねているものの、未だに現状が変わるような動きは見られない。それぞれが何を求めているのか、どのような状況が好ましいのかについて説明する。

JR 東海が最も求めていることは、静岡工区の工事再開である。リニア中央新幹線の名古屋から品川の区間における工事は既に始まっており、総工費約 7 兆円<sup>7</sup>の計画を一工区間の都合で中止するわけにはいかないのである。埋没費用が大きく、国から 3 兆円の融資を受けている<sup>8</sup>ことを踏まえると、静岡工区の工事再開は JR 東海にとって最優先課題であるといえる。なお、JR 東海は静岡県側に譲歩するような姿勢はあまり見せておらず、中断している計画案をベースに工事の再開を求めている。ここから推察できることは 2 点ある。1 点目に、JR 東海にはこれ以上の費用増加を容認できない状況にあること。2 点目に、工事の再開延期については容認できるほどの猶予があるということ。このような背景から、JR 東海は静岡県側との平行線の話し合いを続けることができるのではないかと考えられる。時間の猶予がなくなる前に大きな費用負担の増加なく工事を再開させることが、JR 東海が望む最も好ましい結末であると推察した。

一方で、静岡県が最も求めていることは、建設残土による環境負荷の最小化である。現状提案されている計画では、大井川流域の燕沢に 3,600,000 立方メートルの建設発生土が盛土され、藤島沢に 100,000 立方メートルの要対策土が盛土されるといった内容になっている。静岡県側の主な不安は次の 2 点である。1 点目は、盛り土が崩れることで大井川が堰き止められる事態や土砂災害が発生するリスクへの不安。2 点目は、大井川流域の生態系への影響に対する不安。これら 2 点を静岡県は気にしており、JR 東海とこれらの点については何度も協議してきた。JR 東海は、できる限りの措置を行うことを

---

<sup>7</sup> JR 東海ホームページ「リニア中央新幹線」

<sup>8</sup> JR 東海ホームページ「財務データ」

表明しており、その措置によって静岡県側の不安視している問題は解決できると主張するものの、静岡県は未だにその主張に納得していない。ここから推測できることは、静岡県の JR 東海への信用度が限りなく低いということだ。数年前に JR 東海の系列会社が汚染土の隠蔽を行なったこと<sup>9</sup>や同じリニア中央新幹線建設計画の岐阜工区にて建設残土に産業廃棄物が混入していたことが県の立入検査で発覚したこと<sup>10</sup>などが要因となり、JR 東海を信用できないような状況ができてきているようにも見える。静岡県の残土問題における最も好ましい状況は、環境破壊・土砂災害の心配が一切ないような残土処理を JR 東海が行うような状況であり、これの達成のために JR 東海と対立している。

このように、リニア中央新幹線の静岡工区における残土問題では、費用を増やさずに建設計画を再開したい JR 東海と環境への影響を最低限に抑えたい静岡県の対立が生じている。現状の、建設が中断した状態は、リニア中央新幹線を開通したい JR 東海にとっても、リニア開通によって経済波及効果の恩恵を受ける静岡県にとっても、好ましい状況とはいえない。環境への影響を最小限にしつつ、JR 東海にとってもメリットのある選択肢はどのようなものになるのか。本論文で後に明らかにしていきたい。

### 2.3 環境への影響について

静岡工区のリニア建設問題について説明してきたが、その中の環境への影響といったものは具体的に何を指すのかについて、ここで紹介する。この問題で、主に懸念される環境への影響は2つある。1つは、建設残土置き場設置によって大井川流域の生態系の攪乱体制が大きく変化すること。もう1つは、要対策土が流出した場合に環境劣化を引き起こす可能性があることである。

まず、残土置き場設置による生態系の変化について説明する。建設残土を置く燕沢ならびに大井川源流域には、今まで手付かずのままの自然が残って

---

<sup>9</sup> 流域の自然を考えるネットワーク ホームページ「活動報告：北海道新幹線」

<sup>10</sup> 岐阜県ホームページ「報道発表」

いる地域であり、そこにある生態系は長い年月をかけた自然攪乱体制の中で構築されたものである。そこに、18ヘクタール、高さ60メートル近い盛り土を行うということは、この攪乱体制が失われることを意味する。地域内に植生するオオバヤナギやドロノキなどの森林の消失とそれに伴う昆虫類の減少、河川内の魚類や他生物の減少など、大きな影響が予想される。人間はこの地域に住んでいないことから、この燕沢付近の生態系が破壊されることによる直接的な影響はないものの、大井川源流部の生態系が乱れることによって生じる下流部への影響は把握できないことから、残土置き場の設置は非常にリスクの高い選択であることがうかがえる。これが、懸念されている環境への影響の1つであり、誰にもリスクの真の大きさが分からないがゆえに、非常に軽視されている環境への影響である。JR東海は、盛り土の上に植林を行うことで、環境への影響は相殺できるかのごとく宣伝しており、環境アセスメントでもその内容が認可されている。

要対策土の流出による環境劣化については、あまり議論が進んでいないものの、大きな問題である。現状では、藤島沢と呼ばれる燕沢と同じ大井川源流域にて要対策土を管理する案が出ている。遮水シートを二重に覆うことで盛り土を行うことが決まっているが、要対策土を完璧に管理することは難しい。JR東海の系列企業であるJR北海道が主導する北海道新幹線の延伸工事では、想定を上回る要対策土が建設サイトから発生したことで対応が上手くいかず、地下水汚染が発生し、住民に問い詰められるまで報告すらしなかった前例がある。静岡工区における掘削土の量は他の建設計画の中でも類を見ない量であり、合計3,700,000立方メートルと推定されている。このうち、要対策土の推定量にたった3%の誤差が生じるだけで、藤島沢における要対策土のキャパシティを超える事態になる。人体のみならず、生態系内にいる動植物にも影響を与える可能性のある重金属等を含む残土の取り扱いについては、より深く議論されるべきで、プロジェクトの意思決定に大きく反映させるべき環境への影響であるといえる。

後半の分析では、これらの環境への影響を分析モデルに取り入れることで、環境問題としての側面を組み込んだ残土処理問題の解決案を考案する。



## 第3節 外部地域を含む残土処理提携の提案

リニア建設問題は、各方面からの様々なアプローチが取られているものの、問題解決には至っていない。本節では、外部地域を含む残土処理提携を提案する。

### 3.1 外部地域との提携の必要性

現状の残土処理を全て大井川流域で担う計画では、建設の再開は見込めない。静岡県は、JR東海をあまり信用しておらず、有識者会議で認められた手法であっても納得しない。一方で、JR東海も小手先の技術や対策に頼るばかりで、根本的な建設計画の見直しは行っていない。第1節でも述べたように、建設残土の処理問題では、複数地域間の提携の形成が問題解決に有効であることを示しており<sup>11</sup>、今回のリニア建設問題においても一考に値するはずである。特に、議論の膠着状態が続くような状況においては、外部地域との提携を踏まえた議論のような新しいアプローチが必要である。外部地域との提携がどのようにリニア建設問題の解決に繋がるかについて考察する。

### 3.2 提携と自然関連リスクについて

残土処理における外部地域との提携は、必ずしも合理的であるとはいえない。このことについては、前述の研究内でも指摘されており、実際にかかる費用をもとに分析を行うため、輸送費用や需給の不均衡などの影響で提携が社会合理性を満たさない場合があると述べられている。これは、今回のリニア建設問題においても同じことがいえる。大型車両のアクセスが非常に困難な今回の工事現場では、輸送費用の負担が大きいことが予想されている。実際に発生するキャッシュフローのみに注目した場合、外部地域との提携は合理的な解決策になり得ないことが推測できる。しかし、このリニア建設問題における意思決定の基準は費用ベースのキャッシュフローだけではない。環

---

<sup>11</sup> 秀島，小池，山本（1999）「建設残土再利用における企業参入の可能性に関する一考察」

環境負荷に対する評価も意思決定の基準に含まれている。本論文では、環境への影響を意思決定状況に反映させるために自然関連リスクの概念を導入することで、リニア建設における残土問題をより正確に捉えた分析を行い、外部地域との提携が好ましいことを明らかにする。

自然関連リスク<sup>12</sup>とは、TNFD<sup>13</sup>が掲げる一つ概念であり、とある組織・社会全体が自然資本に依存し、影響を及ぼすことによって生じる組織・社会に対する潜在的な脅威のことである。リニア建設問題の意思決定状況においては、以下の2つの自然関連リスクを分析に取り入れることができる。

1つは、大井川流域の環境劣化・生態系サービスの損失リスクである。これは、自然関連リスクの物理リスクとして分類されるもので、環境劣化や生態系サービスの消失によって自然資本が失われるリスクを示している。残土置き場による生態系の損失や要対策土の不適切な処理による環境汚染、汚染土が川の上流部に残置されることによる水質への影響などのリスクを意思決定状況に反映させることができれば、現状の計画より適切で合理的な意思決定を各利害関係者は行えるだろう。

もう1つは、環境劣化や生態系サービスを起こしかねない計画を遂行することによる企業価値の下落リスクである。これは、移行リスクとして分類されるもので、企業が環境への影響の低減を狙ったつもりが、自然資本の損失に繋がる危険性が市場に影響してしまうリスクのことである。JR東海は今回の工事については環境アセスメントをもとに、環境に優しい工事であることを謳っているが、実情として多くの物理リスクを含む工事となっている。これにより、環境劣化・生態系の損失が起きてしまう可能性のある事業に対する市場の反応として、時価総額が下落する可能性も考えなくてはならない。株価の下落は、長期債務を抱えるJR東海にとっても大きなリスクであるため、このリスクは分析に取り入れる価値はあるといえる。

---

<sup>12</sup> Taskforce on Nature-related Financial Disclosures (2023) "Recommendations of the Taskforce on Nature-related Financial Disclosures"

<sup>13</sup> Taskforce on Nature-related Financial Disclosures の略称 \*企業や団体が与える自然環境・生態系への影響を評価、情報開示する枠組みを提供する組織

これらの自然関連リスクを取り入れた上で、従来の費用ベースの提携ゲームではなく、効用ベースの協力ゲームを用いて分析することで、リニア建設問題における適切で最も合理的な解決策が外部地域との提携にあることを示す。また、提携における最も好ましい利得配分も明らかにすることで、具体的な解決策を提示する。

## 第4節 分析

### 4.1 分析の目的

静岡県のリニア建設問題における残土問題を提携ゲームの形で捉え、最も好ましい提携条件を導き出す。さらに、最適な利得配分を分析するとともに、各プレイヤーが取るべき戦略を導出することを目的とする。

### 4.2 条件の設定

分析では、各プレイヤーの提携によって、それぞれの利得や全体の利得がどのように変化するかを確認できるモデルを扱う。残土問題における意思決定状況を適切に反映し、合理的な解決策と最適な利得配分を見つけることを目的としていることから、複数の条件を仮定した上で分析を行う。

この項では、リニア建設問題の意思決定状況を分析し、モデルに用いる条件を設定する。この協力ゲームでは、残土を排出する排出事業者、残土の受け入れを担う受入事業者、残土を外部地域で処理する外部事業者の3者がプレイヤーとなり、それぞれが協力することで得られる利得をもとに分析を行う。

#### 4.2.1 仮定する条件

以下の条件を仮定した上で、分析・考察を行う。

- ① 利得の数値における単位は、100 百万円（1 億円）を用いる。小数点第2位以下を四捨五入して計算する。
- ② 各プレイヤーは、それぞれ効用ベースの利得による意思決定を行うものと仮定する。即ち、それぞれのプレイヤーはそれぞれの経済主体の効用をもとに行動することを想定し、残土問題に関係のない利害は一切、意思決定には反映されないものとする。
- ③ 自然関連リスクは、前節でも紹介したように、生態系損失による物理リスクと建設計画の遂行による移行リスクの2つを分析に取り入れる。
- ④ 生態系損失による物理リスクについては、影響のある地域で提供されている生態系サービスの評価額、要対策土が水源近くにあることによる忌避

感を表す評価額，絶滅が危惧される種への評価額をもとに，建設計画による生態系損失を算出する。

生態系サービスの評価額は，吉田・木下・合田（1997）の全国農林地に対する公益機能評価を参考にした。1世帯あたり生態系保全に19,326円，水質浄化に16,034円，土砂災害防止に11,013円，計46,373円の生態系サービスに対する支払い意思額に，影響を受ける静岡市の世帯数301,900<sup>14</sup>と，生態系機能の損失が不確実であることから確率の0.5を乗じることで，70.0億円と求められた。

要対策土が水源近くにあることによる評価額については，柘植・笹尾（2013）の廃棄物処分場設置に伴う外部費用の研究を参考にした。有害な処分場が水源地近くにあることによる支払い意思額は1世帯あたり35,517円で，それに影響を受ける静岡市の世帯数301,900を乗じた，107.2億円と求められる。

残土置き場設置によってオオイチモンジと呼ばれる蝶の絶滅が危惧されている。1996年にドイツのゲーレンで絶滅の危惧にあったクラウンベリーヒョウモンチョウに対する観光客の支払い意思額<sup>15</sup>を参考にした。観光客1人あたり10マルク，当時のレートで日本円に換算<sup>16</sup>すると730.5円の支払い意思額に，対象地域近くの国立公園の観光客数600,000人<sup>17</sup>を乗じた，4.4億円と求められる。

これらの評価額を合計した181.6億円を工事による生態系損失の金額と仮定する。建設残土の全てを外部地域で処理する場合の生態系損失は0円，要対策土のみ外部地域で処理する場合の損失は，生態系サービスの評価額70と絶滅危惧種の評価額の4.4億円の損失があると仮定する。また，これらの評価額が支払い意思額WTP<sup>18</sup>に基づいて算出されたことにも留意する。

---

<sup>14</sup> 静岡県ホームページ「静岡市の人口・世帯」

<sup>15</sup> Degenhardt, S., and Gronemann, S. (1998) "The Willingness to Pay for Nature Conservation by Holiday Visitors to GoehrenDie"

<sup>16</sup> 農畜産業振興機構の資料「年報 海外編 2002 年度資料編/(参考)為替レート」

<sup>17</sup> 環境省ホームページ「南アルプス国立公園」

<sup>18</sup> Willingness To Pay

- ⑤ 建設計画の遂行による移行リスクについては、建設計画の主導権をもつ JR 東海の株価が、環境に悪影響を与える計画を強行することによる市場の反応を考慮した評価額を計上する。

田中（2017）の炎上が株価に与える影響を参考に、残土問題における企業の意思決定が株価に影響するリスクを考えた。本研究では、JR 東海が生態系の損失に対する行動が不十分であるときに株価下落が起きると仮定した。すなわち、損失額を満たす補償をすることや環境負荷がない選択をした場合は、株価の下落を回避できる。この金額は、炎上による株価下落の 0.7% に JR 東海の時価総額を 3.8 兆円<sup>19</sup> または 38,000 億円を乗じた金額、266.0 億円と算出できる。よって、JR 東海の意味決定次第で回避できる株価下落の損失額は 266.0 億円と仮定する。

- ⑥ JR 東海が既に行った補償額は 80.0 億円<sup>20</sup> と仮定する。
- ⑦ JR 東海が提供する補償による効用の関数は、プロスペクト理論における価値関数のような S 字の効用関数を想定した。この関数における参照点は、生態系の損失に対する受入意思額  $WTA$ <sup>21</sup> と効用の額が一致する点を取る。岡（1990）は、厚生経済学による  $WTA$  と  $WTP$  の乖離においては、個人の満足に影響する悪い変化においては、 $WTA$  を補償変分と捉えるべきということを指摘している。その上で、複数の事例をもとに  $WTA$  の値は、 $WTP$  の値の 1.5 倍から 16 倍、平均 7 倍と乖離していることを示した。本分析では、生態系の損失額を表す  $WTP = 181.6$  の場合は一般的な所得に対して高いことから、 $\frac{WTA}{WTP}$  の乖離比率を 1.5 倍と仮定し、 $WTA = 272.4$  と設定した。効用が  $WTA$  を下回る損失領域  $0 \leq x \leq WTA$  では、効用関数  $U(x) = \frac{x^2}{WTA}$  の式をとる。 $WTA$  を上回る利得領域  $x > WTA$  での効用は、本論文では不要なため、式を特別に設定することはない。

---

<sup>19</sup> JR 東海の 1/31 時点での時価総額の概算

<sup>20</sup> 日本経済新聞 2019/7/1 記事「静岡市と JR 東海、リニア工事、林道整備で協定、80 億円を JR 東海が負担」

<sup>21</sup> Willingness To Accept

- ⑧ 建設発生土の外部処理費用は、1立方メートルあたり2,000円<sup>22</sup>と仮定する。よって、建設発生土3,600,000立方メートルの処理費用は72.0億円となる。
- ⑨ 要対策土の外部処理費用については、和歌山県新宮市のトンネル掘削工事の事例<sup>23</sup>をもとに算出した。リニア建設工事で発生する100,000立方メートルの有害な残土を外部で処理する場合は、187.0億円の処理費用がかかる。
- ⑩ 外部事業者の建設発生土の受け入れによる利益は、発生土が他の業者に売れないことには利益は出ない。このことから、建設発生土の受入利益は0円と設定する。一方で、要対策土の処理による利益は、離れた地域から要対策土の処理を担う企業<sup>24</sup>の利益率を参考に、要対策土の処理費用の10%を受入利益と設定する。よって、要対策土の受入利益は、18.7億円と仮定する。

#### 4.2.2 プレイヤーの設定

残土問題における対立する意思決定権をもつ経済主体と外部地域の残土処理業者の提携が及ぼす影響を調べたい。そのため、このゲームの分析においてプレイヤーにあたる残土の排出事業者、受入事業者、外部事業者の3者を設定する。排出事業者には、建設計画を担い、自らの意思決定によって建設計画を変更できるJR東海を設定した。受入事業者には、建設計画の許可を下せる静岡県及び県知事と建設地区の土地所有者である特殊東海製紙グループを1つの経済主体として設定した。これは、特殊東海製紙グループが静岡県の決断に賛同することや影響を受ける自然資本を共有していることから同じ経済主体として認識した。外部処理事業者には特定の業者は入れず、外部地域にて残土受け入れによる悪影響を受けない残土処理事業者らを1つの経済

---

<sup>22</sup> 国土交通省「表19 建設副産物別一平均受入料金」

<sup>23</sup> 朝日新聞デジタル「残土から基準値を超える有害物質 新宮のトンネル工事を打ち切りへ」

<sup>24</sup> 株式会社ダイセキ環境ソリューション

主体として設定した。今回の分析において、外部事業者の個々の性質は重要でないため、度外視した。プレイヤーの設定を以下にリスト化した。

- 排出事業者：JR 東海
- 受入事業者：静岡県・静岡県知事・特殊東海製紙グループ
- 外部事業者：外部地域の受入余裕のある任意の残土処理事業者ら

#### 4.2.3 提携シナリオの設定

次に、各プレイヤーがそれぞれ提携する状況を仮定し、分析の条件として設定する。各プレイヤーが誰とも提携しない単独提携の場合については、現状の JR 東海が提示する計画が実現されたときの状況を想定する。排出事業者と受入事業者の提携については、排出事業者が受入業者に対して失われる可能性のある自然資本に対する補償を行うことで計画を実現する状況を想定した。排出事業者と外部事業者の提携では、発生する残土を全て外部地域で処理するような状況を想定し、受入事業者と外部事業者の提携は存在し得ない空集合として条件を設定した。全てのプレイヤーが提携する全体提携では、要対策土を外部事業者が処理し、建設発生土は排出事業者が補償を行うことで受入事業者が引き受けるような状況を想定する。

#### 4.2.4 利得の算出・設定

続いて、プレイヤーの意思決定状況に基づいた利得を算出する。このゲームにおける利得は、現在中断されている計画が実現した場合を基準点とし、プレイヤーの提携によって得られるまたは失われる効用を利得として捉えた。これにより、単独提携及び存在し得ない提携については、各利得を全て 0 に設定した。排出事業者の利得  $x_1$  は、受入事業者に支払う補償による利得の減少  $AC$ <sup>25</sup>、外部事業者との提携で生じる費用による利得の減少  $ODC$ <sup>26</sup>、環境破壊への適切な対応で回避できる株価下落による利得の増加  $MCLA$ <sup>27</sup> を計上した。

$$x_1 = AC + ODC + MCLA \quad (1)$$

---

<sup>25</sup> 追加補償費用 Additional Compensation

<sup>26</sup> 外部処理費用 Outsourced Disposal Costs

<sup>27</sup> 株価下落回避額 Market Cap Loss Avoided



受入事業者の利得 $x_2$ は、排出事業者から補償を受けることで増加する効用に伴う利得の増加 $ACU$ <sup>28</sup>、残土の受け入れによる工事収入がなくなることで生じる利得の減少 $CIL$ <sup>29</sup>、現状の計画で失われるはずだった自然資本の消失を回避することで生じる利得の増加 $ELA$ <sup>30</sup>を計上した。

$$x_2 = ACU + CIL + ELA \quad (2)$$

外部事業者の利得 $x_3$ は、処理を委託されることで得られる利益による利得の増加 $RA$ <sup>31</sup>を計上した。

$$x_3 = RA \quad (3)$$

ここからは、シナリオごとに計上される利得をどのように求めるかについて説明する。単独提携と存在し得ない受入事業者と外部事業者の提携は前述のとおりであるため、説明を省略する。

#### **個別提携：排出事業者と受入事業者**

排出事業者と受入事業者が提携するときの各プレイヤー及び全体の利得を計算する。排出事業者が受入事業者に生態系損失を補償することで建設を実現する提携シナリオであることから、外部処理費用と受入収益は発生しないため、 $ODC = 0$ 、 $RA = 0$ となる。また、残土置き場での工事は原案に引き続き施工されるため、生態系の損失は免れないことと、工事収入は失われないことから、 $ELA = 0$ 、 $CIL = 0$ とする。追加補償 $AC$ は、生態系損失額の181.6億円から補償済の80.0億円を差し引いた額、補償に不足している額を設定するため、 $AC = -101.6$ とする。追加補償効用 $ACU$ については、仮定した効用関数から、 $U(181.6) - U(80)$ の値を設定するため、 $ACU = 97.6$ とする。排出事業者は生態系損失額分の補償を行っているため、環境負担への責任は補償の形で対応している。よって、株価下落の損失を回避できると考え、 $MCLA = 266.0$ とする。(1)(2)(3)より、各利得は以下のように求められる。

$$x_1 = -101.6 + 0 + 266.0 = 164.4$$

$$x_2 = 97.6 + 0 + 0 = 97.6$$

<sup>28</sup> 追加補償効用 Additional Compensation Utility

<sup>29</sup> 工事収入消失額 Construction Income Lost

<sup>30</sup> 生態系損失回避額 Ecosystem Loss Avoided

<sup>31</sup> 受入収益 Revenue from Acceptance

$$x_3 = 0$$

これにより、この提携における利得の合計は、262.0億円となる。

#### **個別提携：排出事業者と外部事業者**

排出事業者と外部事業者が提携するときの各プレイヤー及び全体の利得を計算する。排出事業者が外部事業者に建設残土を全て委託することで建設を実現する提携シナリオにおいては、受入事業者が残土の受入工事を一切行わないため、生態系損失回避額 $ELA = 181.6$ 、工事収入消失額 $CIL = -60$ 、追加補償・追加補償効用が発生しないため $AC = 0$ 、 $ACU = 0$ とする。生態系損失を回避できるため、株価下落回避額 $MCLA = 266.0$ とする。外部処理費用については、建設発生土と要対策土の処理費用を支払うため、 $ODC = -259.0$ とする。外部事業者の受入利益は、発生土と要対策土の利益の合計として、 $RA = 18.7$ とする。(1)(2)(3)より、各利得は以下のように求められる。

$$x_1 = 0 - 259.0 + 266.0 = 7.0$$

$$x_2 = 0 + 181.6 - 60 = 121.6$$

$$x_3 = 18.7$$

これにより、この提携による利得の合計は、147.3億円となる。

#### **全体提携**

プレイヤー全員が提携するときの各利得を計算する。全体提携は、受入事業者が建設発生土を排出事業者からの補償をもらうことで受け入れ、発生する要対策土は外部事業者に排出事業者が委託することで建設計画を実現する提携シナリオである。この状況では、既に補償額が生態系損失額を上回っていることから、追加補償は行わない。よって、 $AC = 0$ 、 $ACU = 0$ とする。また、残土置き場の工事は引き続き行われるため、工事収入消失額 $CIL = 0$ とする。生態系の損失は、要対策土を外部で処理することで残土処理をより効率的に行えることから、残土置き場設置によるオオイチモンジの絶滅以外の被害を回避できると仮定する。よって、生態系損失回避額 $ELA = 177.2$ とする。外部事業者に支払う処理費用は、要対策土の費用のみなので、 $ODC = -187.0$ とする。外部事業者の受入利益は要対策土の利益 $RA = 18.7$ とする。適切な残土処理を提携によって実現するため、株価下落のリスクを回避していることから、 $MCLA = 266.0$ とする。

(1)(2)(3)より，各利得は以下のように求められる．

$$x_1 = 0 - 187.0 + 266.0 = 79.0$$

$$x_2 = 0 + 177.2 = 177.2$$

$$x_3 = 18.7$$

これにより，全体提携における利得の合計は，274.9億円となり，最も全体の利得が高い提携シナリオであることが判明した．ここからは，利得をどのように配分するかについて，協力ゲームの理論を交えて分析する．

### 4.3 分析モデルと結果

ゲームに参加するプレイヤーの集合 $N$ と特性関数 $v$ の組 $(N, v)$ を特性関数形ゲームと呼ぶ．

**定義 1.**  $n$ 人のプレイヤーの集合を $N = \{1, 2, \dots, n\}$ とする． $N$ の非空な任意の部分集合 $S \subseteq N$ を提携と呼ぶ．

以上の定義に従い，前項で設定した排出事業者をプレイヤー1，受入事業者をプレイヤー2，外部事業者をプレイヤー3とした．よってプレイヤーの集合は $N = \{1, 2, 3\}$ となる．

**定義 2.** 特性関数  $v: 2^N \rightarrow \mathbb{R}$ は，各提携 $S$ に関して，提携 $S$ に含まれるプレイヤーが協力することで獲得できる利得を $v(S)$ と表す．空集合の提携 $\emptyset$ における利得は， $v(\emptyset)$ とする．

**定義 3.** 特性関数の利得の分配方法を利得ベクトルと呼ぶ．この利得ベクトル $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ は， $x_i$ がプレイヤー $i$ の得る利得を表している．

**定義 4.** 利得ベクトル $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ が特性関数形ゲーム $(N, v)$ において，以下の条件を満たすとき， $x$ を配分と呼び，その全体を配分集合と呼ぶ．

1. 実現可能性： $\sum_{i \in N} x_i = v(N)$
2. 個人合理性： $x_i \geq v(\{i\}), \forall i \in N$

単独提携の利得が0の3人ゲームをゼロ正規化された3人ゲームと呼ぶ．リニア建設問題の提携ゲームもこの型に該当する．このゲームの配分集合は，正三角形で表すことができる．高さは，全体提携の利得 $v(N)$ で，各辺からの垂線の長さが各利得 $x_i$ に対応する．すなわち，利得ベクトル $x = (x_1, x_2, x_3)$ が垂線の交わる点で，各利得の総和は全体提携 $v(\{1, 2, 3\})$ と一致する．図 4-1

にて，リニア建設問題におけるゼロ正規化されたゲームの正三角形が示されている．

図 4-1

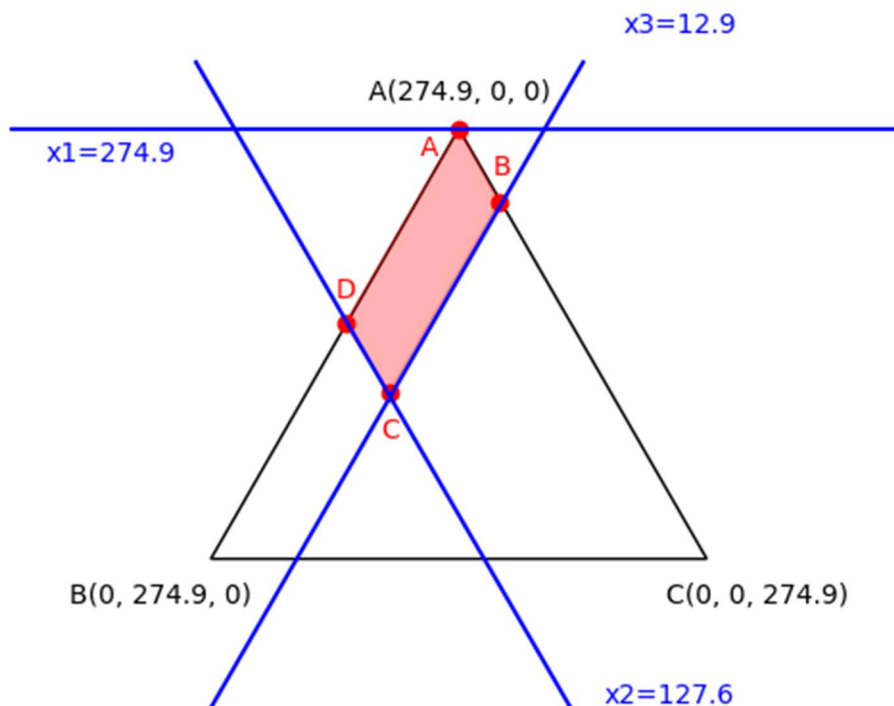


図 4-1 リニア建設問題における協力ゲームを表す正三角形

**定義 5.** 以下の条件を満たすような利得ベクトルの集合をコアと呼ぶ．

1. 実現可能性： $\sum_{i \in N} x_i = v(N)$
2. 提携合理性： $\sum_{i \in S} x_i \geq v(S)$

前項で設定した数値でコアの配分を計算すると，点 A の利得ベクトルを  $(274.9, 0, 0)$ ，点 B の利得ベクトルを  $(262.0, 0, 12.9)$ ，点 C の利得ベクトルを  $(134.4, 127.6, 12.9)$ ，点 D の利得ベクトルを  $(147.3, 127.6, 0)$  と取る四角形 ABCD の内側がコア配分となる．図 4-1 では，赤いハイライトのエリアがコア配分になる．コア配分とは，現状の全体提携を逸脱して他の提携を独自に構成しないような安定した配分の集合である．すなわち，この配分内であれば，各プレイヤーは皆，全体提携を選ぶといった状況になっている．

**定義 6.** プレイヤー*i*のシャプレー値 $\phi_i$ は以下のように定義できる。プレイヤー*i*の提携*S*における限界貢献度 $(v(S \cup \{i\}) - v(S))$ を、全ての提携へ参加した順番をもとに算出し、その平均値を求めた値がシャプレー値 $\phi_i$ になる。

$$\phi_i = \sum_{S \subseteq N \setminus \{i\}} \frac{|S|!(|N| - |S| - 1)!}{|N|!} (v(S \cup \{i\}) - v(S)).$$

前項で設定した利得をもとにシャプレー値を算出すると、利得の配分は、 $\phi = (159.85, 86.2, 28.85)$ となる。シャプレー値は、先ほど求めたコアの配分には入っていない。すなわち、この限界貢献度に基づく配分は安定しておらず、全体提携から逸脱するプレイヤーが出る可能性があることを示している。このことから、シャプレー値はリニア建設問題における利得配分の解になり得ないことが示された。また補足として、凸ゲームにおけるシャプレー値は、定義上コアに含まれることになっている。一方で、この提携ゲームでは、シャプレー値がコアに含まれない $\phi \notin C(N, v)$ であることから、凸ゲームではないことが示された。

提携の順番	1	2	3
123	0	262	12.9
132	0	127.6	147.3
213	262	0	12.9
231	274.9	0	0
312	147.3	127.6	0
321	274.9	0	0
Shapley Value	159.85	86.2	28.85

図 4-2 シャプレー値の計算

**定義 7.** 配分*x*に対する提携*S*の不満*e*を $e(S, x) = v(S) - \sum_{i \in S} x_i$ と表す。全体集合*N*と空集合 $\emptyset$ を除いた $2^N - 2$ 個の提携の中で、この不満が大きいものから順番に並べたベクトル $\theta(x)$ とする。このベクトルにおける辞書式順序を $\geq_{Lex}$ とする。このとき、以下を満たす配分を仁と呼ぶ。

$$\mathcal{N}(e(S, x), X) = \{x \in X \mid \theta(y) \geq_{Lex} \theta(x) \quad \forall y \in X\}$$

前項で求められた利得をもとに、リニア建設問題における仁を算出するには、以下のような最適化問題を解く必要がある。

$$\begin{aligned}
 \min. \quad & \epsilon \\
 \text{sub.to} \quad & v(\{1,2\}) - x_1 - x_2 = 262.0 - x_1 - x_2 \leq e \\
 & v(\{1,3\}) - x_1 - x_3 = 147.3 - x_1 - x_3 \leq e \\
 & v(\{2,3\}) - x_2 - x_3 = 0 - x_2 - x_3 \leq e \\
 & v(\{1\}) - x_1 = 0 - x_1 \leq e \\
 & v(\{2\}) - x_2 = 0 - x_2 \leq e \\
 & v(\{3\}) - x_3 = 0 - x_3 \leq e \\
 & x_1 + x_2 + x_3 = v(\{1,2,3\}) = 274.9
 \end{aligned}$$

この線形計画問題を解くと、不満  $e = -6.45$  となり、仁の配分は、 $(147.3, 121.15, 6.45)$  と算出される<sup>32</sup>。この配分はコアに含まれており、安定的かつそれぞれの最大不満を最小化させる配分であることから、理論的にはこの仁の利得配分が最も好ましい解決案の一つであると考えられる。すなわち、このリニア建設問題における残土処理の方針として、残土の排出事業者と受入事業者に加え、外部地域の処理事業者を参入させる複数地域にて残土処理を行うような体制を作り、現状と比べて排出事業者は 147.3 億円、受入事業者は 121.15 億円、外部事業者は 6.45 億円の利得を実現できるような全体提携を解決案として提案したい。

#### 4.4 考察

本論文の分析では、全体提携のシナリオ、すなわち、建設発生土は大井川流域の受入事業者が引き受け、要対策土は外部地域の処理業者に委託するといった計画が最も好ましいことが示された。また、各プレイヤー及び提携の利得では、自然関連リスクに基づく利得が分析結果に大きく影響した。生態系損失の回避額については、人々の生態系に対する評価額などをいくつかピックアップした上で設定した。しかし、実際に生態系がどれほどの価値を持っているか、なくなることによってどのような影響を受けるかは明らかにな

---

<sup>32</sup> MATLAB にて算出。

っておらず、そのリスクは数倍も大きい可能性も指摘されている。生態系損失を回避することによる利得というものは、非常に大きな金額であり、事業者の意思決定において反映されるべき要因であることも今回の分析でわかった。また、時価総額の低下リスクも事業者にとって大きな影響を与える可能性があることが示された。環境負荷の大きい事業は昨今、非常に風当たりが強く事業者の対応が不適切な場合、炎上による株価下落などが予想される。本分析では、株価下落率を0.7%と低めの数値を設定したものの、5%以上の株価下落のケースも存在していると元の論文<sup>33</sup>では言及されており、その場合の株価下落による損失は1,900億円ほどとなり、建設計画の実現にも大きな影響を与えかねない。このように自然関連リスクは利害関係者の金融リスクに直結するような不確実性を含む要素であるにも関わらず、建設計画ではあまり重要視されていない。リニア建設問題における利害関係者には、是非いま一度、建設計画の実現に関わる様々なリスクを洗い出した上で意思決定を行うことを提言したい。

また、その上で、外部地域との提携の検討も提言したい。リニアの残土問題の実態として、排出事業者である JR 東海と受入事業者である静岡県を始めとする経済主体の間だけでは、議論が進まないように見える。この2者間だけでできることは、補償の金額をどれほど積めるかといった交渉だけであり、建設的な議論が成立していない。JR 東海の静岡工区を担当する事務所にヒアリングを行ったところ、外部の処理事業者を利用するといった選択肢はほとんど検討されておらず、コストの算出すら行われていない話を伺った。環境への影響を減らす、また事業者の金融リスクを減らすためにも、外部地域との連携も検討すべきである。本分析における設定した利得の条件では、排出事業者の利得が最も高い提携は、現状が示すように受入事業者との個別提携であった。しかし、この提携は受入事業者にとってはあまり好ましい提携ではなく、全体提携が最も好ましいような選好となっている。最終的に建設計画を実現できるかは、受入事業者の意思決定に委ねられる状況下で、個別提携による自らの利得を最大化させるような行動は、排出事業者にとって

---

<sup>33</sup> 田中（2017）「炎上の株価への影響：日本のケース」

も最適とはいえない。全体提携を行う上で、仁の配分による利得の配分を用いる場合、排出事業者にとってもかなり好ましい利得、受入事業者との提携の次に大きい利得を得ることができる。また、コア配分には、排出事業者の利得が最大化しながら、受入事業者の利得が2番目に好ましい利得配分も存在している。これらのことも踏まえると、外部地域との提携について検討することは、建設計画の実現に近づくと同時に、JR東海にとっても利がある選択になるといえる。なお、全体提携におけるシャプレー値に関しては、受入事業者の利得がかなり低くなる結果となっており、コアにも含まれない配分であることから、これを解決策として提案することは難しい。特に、リニア建設問題において、最も決定権のない外部処理業者の利得がかなり高く配分される結果となっているため、排出事業者と受入事業者が自らの利得のために対立している現状を踏まえても、最適解とはいえない結果となった。

一方で、現実問題として仁やシャプレー値のような特定の利得配分の解を解決策として扱うのは難しい部分もある。前述したように、この分析では、計画が中断しているオリジナルの計画案と比較してどれほどの利得変動があるかをもとに計算が行われている。また、利得の部分に関しても、効用といった目に見えない数値に基づく設定を行っていることから、理論的な特定の利得配分を実現することは不可能に近い。本分析で取り扱った状況をもとに、現実的な提言をするのであれば、コア配分の中で最も実現可能性が高い任意の配分を解として設定することが望ましいと結論付けられる。いずれにせよ、JR東海と静岡県といった排出事業者と受入事業者以外に、外部地域の処理事業者を処理計画に参入させることが重要であり、提携後には安定した利得配分を、実現可能性を踏まえた上で設定することが、このリニア残土問題の解決に向けてとるべきアプローチであるといえる。

#### 4.5 今後の課題

前項では、自然関連リスクなどの不確実性を意思決定状況に反映させることを提言したが、現実としてこれを実現することは困難である。前提として、不確実性の下での意思決定というものは、計画の意思決定に携わる利害関係者全員のリスクや利得を把握する必要がある。現状のような対立構造が



存在する問題においては、それぞれが主張するリスク等が正確に計画に反映されない可能性もある。特に、生態系に関する評価をリスクに組み込むのは難しい。環境アセスメントを行い、特定の環境負荷に対して何かしらの改善策を講じれば問題ないといった考えの建設計画のプロセスが主流である現状において、不確実性を数値化した上での意思決定を行う提言はあまり効果的な提言とはなり得ない。リニアの建設残土問題に限らず、このような対立構造のある残土問題を解決するためには、建設計画の段階にて各利害関係者、主に意思決定権をもつ関係者の正当な要求は何かを明確化及びそれに応じた利得の配分方法の検討が必要である。現状の予算計画と環境アセスメントが連携していないような実態も問題であり、法規制や条例の制定などによる新しいルール作りによる現行政策の見直しも検討すべき課題である。

外部地域との提携における提言も実現可能性が高いとは言い難い。建設現場付近の大井川流域における林道は大規模な運送には向いていないといったことが主張されている。JR 東海はこれを改善するため、また静岡県への補償の代わりとして林道の舗装工事を行った。しかし、舗装工事が行われたにも関わらず、外部地域にて残土を処理するといった計画は費用の調査すら行われていない。受入側が環境負荷の影響を懸念しているにも関わらず、代替案の調査すら行われぬ実態を見るに、いかに大井川流域内で工事を完結させるかということに重きを置いているようにもみえる。すなわち、この状況下で外部地域との提携にはメリットがあることを提示したところで、排出側が聞く耳を持たない可能性も大いにあるということだ。本論文で提言した内容には、これらのような課題が残されている。

## 終節

本論文では、リニア中央新幹線の静岡工区における残土問題について、問題が起きる背景やどのような対立構造があるかについて議論した。また、問題の解決にあたり、環境問題としての側面を含むアプローチとして、自然関連リスクを取り入れた協力ゲームのモデルを用い分析を行った。先行研究でも示されたように、外部地域との提携による残土処理がリニア建設問題でも有用であることをモデルは示した。残土を排出する経済主体、大井川流域内で受け入れる経済主体、外部地域で残土を処理できる経済主体が提携することは、それぞれの経済主体にとって合理性を満たす結果となり、強固で不満を最小化させるような利得の配分も提案できた。

こうした提案を実現する上での課題として、現行のルールでは環境負荷を利得に反映させるような計画が難しいことや、対立構造の中でそれぞれが自らの手の内を明かして提携を形成することの困難さなども指摘できた。こうした課題はあるものの、建設計画の実現によってそれぞれが大きな利得を得られる可能性があるにも関わらず議論が膠着している現状を踏まえると、本論文で提案したような何かしらの新しいアプローチが必要であることは明白である。また、こうしたリニア建設における問題は、全国の残土問題でも起り得る問題であることも踏まえると建設計画の分野における新たな規定の導入や、法規制や条例の制定などといった政策が必要である。

2024年現在、残土問題には様々な課題が残っており、課題の属性はそれぞれによって大きく異なってくる。しかし、最終的には建設計画における残土の処理配分が最も重要になる。残土処理における物理的なキャパシティの問題や、限られた予算での残土処理を行わなくてはならない問題、地元住民との対立による合意形成が取れない問題など、多くの問題がこの残土の処理配分に繋がっている。計画における経済的な分析と環境負荷についての分析、地元住民の意見などを総合的に評価できるような仕組みづくりこそが、残土問題解決の鍵となるのではないだろうか。本論文が、1人でも多くの人に、残土問題に対するアプローチについて考えるきっかけになれば幸いである。

## 謝辞

本論文を執筆するにあたり，多くの方々にご指導ご協力いただきました。

慶應義塾大学経済学部の大沼あゆみ教授には，大沼あゆみ研究会の指導教官として2年間多くのことをお教えいただき，また，環境経済学について勉強する機会を与えていただきました。ここに深謝の意を表します。

日本自然保護協会の職員の皆様には，リニア建設問題における生態系への影響についてのヒアリングにご協力いただきました。厚く御礼を申し上げます。

静岡市環境共生課ならびに治山林道課の職員の皆様には，大井川流域におけるリニア建設による影響や林道の舗装工事についての情報をご提供いただいただけでなく，新しい資料までお作りいただくなど，お心遣いいただきました。ご厚意に深謝申し上げます。

静岡市内で，リニア建設問題について貴重なご意見を下さった皆様，感謝を申し上げます。

最後に，大沼あゆみ研究会の皆様には，本論文を執筆する中で，また研究会での2年間もしくは1年間共に学んできたなかで，多くのことを学ばせていただきました。ここに感謝の意を表します。

## 参考文献

- ダイセキ環境ソリューション HP (2024) 「有価証券報告書」最終閲覧日：  
2024/02/05 <<https://www.daiseki-eco.co.jp/ir/securities.html>>
- Degenhardt, S., and Gronemann, S. (1998) The Willingness to Pay for Nature Conservation by Holiday Visitors to GoehrenDie. Retrieved February 5, 2024 from <https://evri.ca/en>
- 岐阜県 HP (2024) 「報道発表」最終閲覧日：2024/02/05  
<<https://www.pref.gifu.lg.jp/site/pressrelease/337057.html>>
- 秀島 栄三, 小池 則満, 山本 幸司 (1999) 「建設残土再利用における企業参入の可能性に関する一考察」『研究マネジメント研究論文集』7巻, 63-70頁.
- JR 東海 HP (2024) 「リニア中央新幹線」最終閲覧日：2024/02/05  
<<https://linear-chuo-shinkansen.jr-central.co.jp/>>
- JR 東海 HP (2024) 「財務データ」最終閲覧日：2024/02/05  
<<https://company.jr-central.co.jp/company/economic/achievement.html>>
- 環境省 (2024) 「南アルプス国立公園」最終閲覧日：2024/02/05  
<<https://www.env.go.jp/park/minamialps/>>
- 国土交通省 HP (2024) 「表 19 建設副産物別一平均受入料金」最終閲覧日：  
2024/02/05  
<[https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/region/recycle/d11pdf/fukusanbutsu/jittaichousa/H30sensuskekka\\_19ukeireryoukin.pdf](https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/region/recycle/d11pdf/fukusanbutsu/jittaichousa/H30sensuskekka_19ukeireryoukin.pdf)>
- 国土交通省 HP (2024) 「リニア中央新幹線静岡工区 有識者会議について」  
最終閲覧日：2024/02/05  
<[https://www.mlit.go.jp/tetudo/tetudo\\_tk9\\_000011.html](https://www.mlit.go.jp/tetudo/tetudo_tk9_000011.html)>
- 国土交通省 HP (2024) 「『宅地造成及び特定盛土等規制法』(通称『盛土規制法』)について」最終閲覧日：2024/02/05  
<<https://www.mlit.go.jp/toshi/web/morido.html>>

- 見波 潔, 嶋津 晃臣 (1988) 「建設残土の有効利用のための土量配分計画モデル」 『土木学会論文集』 1988 巻, 395 号, 65-74 頁.
- 日本経済新聞 (2019) 「静岡市と JR 東海、リニア工事、林道整備で協定、80 億円を JR 東海が負担」 最終閲覧日 : 2024/02/05  
<<https://www.nikkei.com/article/DGXMZO46802380R00C19A7L61000/>>
- 農畜産業振興機構 HP (2024) 「年報 海外編 2002 年度資料編/(参考)為替レート」 最終閲覧日 : 2024/02/05  
<<https://www.alic.go.jp/annual/2002/%E8%B3%87%E6%96%99HTML/rate.html>>
- 岡 敏弘 (1990) 「環境問題への費用便益分析適用の限界—WTP と WTA との乖離について—」 『経済論叢』 第 145 巻, 第 4 号, 448-476 頁.
- Peleg, B. and Sudhölter, Peter. (2007) Introduction to the Theory of Cooperative Games, Springer Berlin/Heidelberg.
- 流域の自然を考えるネットワーク (2024) 「活動報告 : 北海道新幹線」 最終閲覧日 : 2024/02/05  
<<http://protectingecology.org/report/category/shinkansen>>
- 静岡県 HP (2024) 「土採取等規制制度について」 最終閲覧日 : 2024/02/05  
<<https://www.pref.shizuoka.jp/machizukuri/tochiriyou/1040484/1049269/1029752.html>>
- 静岡市 HP (2024) 「静岡市の人口・世帯」 最終閲覧日 : 2024/02/05  
<[https://www.city.shizuoka.lg.jp/000\\_001589\\_00003.html](https://www.city.shizuoka.lg.jp/000_001589_00003.html)>
- 田中 辰雄 (2017) 「炎上の株価への影響 : 日本のケース」 慶應義塾大学 経済研究所.
- Taskforce on Nature-related Financial Disclosures (2023)  
Recommendations of the Taskforce on Nature-related Financial Disclosures -September 2023-, Retrieved February 5, 2024 from  
<<https://tnfd.global/publication/recommendations-of-the-taskforce-on-nature-related-financial-disclosures/>>

The MathWorks, Inc. MATLAB. Ver. R2023b. Computer Software.

[www.mathworks.com/](http://www.mathworks.com/).

拓殖 隆宏, 笹尾 俊明 (2013) 「選択型実験による廃棄物最終処分場の設置に伴う外部費用の推計 : 選好の多様性に注目して」『甲南経済学論集』第 53 卷, 第 3・4 号, 129-153 頁.

吉田 謙太郎, 木下 順子, 合田 素行 (1997) 「CVMによる全国農林地の公益的機能評価」『農業総合研究』51 卷, 1 号, 1-131 頁.