

早稲田大学大学院環境・エネルギー研究科

博士学位論文

環境汚染の修復・復興再生における共創プラットフォームの

構築に関する研究

Research on the Construction of a Co-creation Platform for the
Restoration and Recovery of Environmental Pollution

2022年2月

中野 健太郎

早稲田大学大学院環境・エネルギー研究科

博士学位論文

環境汚染の修復・復興再生における共創プラットフォームの
構築に関する研究

Research on the Construction of a Co-creation Platform for the
Restoration and Recovery of Environmental Pollution

2022年2月

早稲田大学大学院環境・エネルギー研究科

環境配慮エネルギー・循環システム研究

中野 健太郎

目次

第1章	序論	1
1.1.	研究背景	2
1.2.	本研究における共創の定義	7
1.3.	研究目的	10
1.4.	本論文の構成	11
第2章	豊島事業における多様なステークホルダーによる市民共創を実現した関係構築手法の分析	17
2.1.	第2章の目的	18
2.2.	プロジェクト・プログラムマネジメント（P2M）による豊島事業の共創手法の分析	18
2.3.	豊島事業の「共創」実現に向けたプラットフォームマネジメント	22
2.4.	第2章の総括：豊島事業における共創プラットフォームの果たした役割	33
第3章	共創プラットフォームにおける豊島廃棄物等処理事業の環境性・経済性評価	37
3.1.	第3章の目的	38
3.2.	豊島廃棄物等処理事業の環境性・経済性の評価手法	38
3.3.	環境性評価の結果	41
3.4.	豊島事業の経済性評価	49
3.5.	豊島事業の環境性・経済性の総合的評価	56
3.6.	第3章の総括・応用への課題	58
第4章	豊島共創プラットフォームにおける情報可視化システムの開発	61
4.1.	第4章の目的	62
4.2.	共創プラットフォームにおける情報可視化システムの位置付け	63
4.3.	豊島事業の事業マネジメントにおける多角的な分析手段としての3Dデータ基盤構築	67
4.4.	3Dモデルデータを活用した豊島事業の分析・住民対話への活用	71
4.5.	第4章の総括	83
第5章	豊島事業の多様なステークホルダーによる多世代共創手法の他事例への応用	87
5.1.	第5章の背景	88
5.2.	第5章の目的	89
5.3.	福島復興の長期化において必要となるプログラムマネジメントの分析	89
5.4.	多世代共創による取り組み手法の提案	99

5.5.	1F 廃炉と周辺地域の再生における多世代共創プラットフォームマネジメントの課題と対応	105
5.6.	第5章の総括：長期の環境修復における共創の「場」に必要なとなる評価軸	111
第6章	総括と今後の展望	117
6.1.	研究の成果	119
6.2.	今後の課題	120
謝辞	122

第1章

序論

1.1. 研究背景

我が国の環境問題は、[飯島 1970]^[1]によれば、明治時代における殖産興業による鉱山業の鉱毒、煙害や化学工業の悪臭・水質汚濁が始まりであるが、国民的問題として認知されたのは、健康被害を伴った 1960～70 年代の公害問題が発端である。特に水俣病に焦点をあてた従来研究では、公害と住民運動の関係において、当時寒村で会った水俣村に誘致運動の末に承知されたチッソの地域における位置付けが示されている。チッソ招致以降の水俣は、交通や生活インフラ整備がなされ、地元の雇用を生み出していたこと、漁業補償を行ってきたことで、公害による健康被害発生から長い間地域で問題にすることを避けてきた。それは 1950 年代の水俣病発生から 14 年余りにわたるとされている。それとは対照的に 1965 年に新潟水俣病発生の発表がなされた新潟阿賀野川流域では、新聞発表から 2 ヶ月後に患者支援組織がつけられ、半年後に被害者組織がつけられるという迅速な動きであり、発表 2 年後に史上初の公害民事訴訟が起こされた。飯島は、これは水俣市民にも影響を与えたとしている。新潟と水俣の違いは、阿賀野川流域の下流で利害関係の無い被害者がいたことや、その地域の小作争議の歴史、発生当初から支援する医療機関があり、そこから科学的知見を得ていたことを指摘している。

このように飯島の先行研究では、公害と住民運動という加害者・被害者の対立関係がある中でも、立地産業に雇用される側が参加しにくいことや、被害者側の科学的知見の必要性等の示唆がなされている。

高度経済成長を経て、大量生産・大量消費によるごみ問題が顕在化した事件として、寄本は、[寄本, ごみとリサイクル 1990]^[2]の中で「ごみ戦争」について述べている。ごみ戦争が起こった 1971 年の焼却処理率はごみ収集量 420 万 t に対し 30%程度であり、これに対処するために計画されていた杉並清掃工場が最重要に位置付けられていた。しかし、これに反対する住民運動が起こり、1971 年 9 月に美濃部都知事による「ゴミ戦争」宣言がなされた。計画は一時凍結され、その中でも区民参加による決定を行う都区懇談会の取り組みが試行されたが、反対派住民の実力行使によって流会するなど計画が滞った。その間、長年ごみ処理を受け入れ、ごみ公害に悩まされてきた江東区の怒りが爆発し、清掃車の立ち入り阻止を行った。それにより、杉並の路頭にごみがあふれることとなった。寄本は、ごみ戦争の問題は、公害問題の場合には一方的に住民が被害者となる点に対し、清掃工場を拒否する住民はごみの排出者として、他の住民に対して加害者となる可能性があることを指摘している。

寄本は、越境処分の不適正処分の問題についても指摘している。1989 年に千葉市が生ごみを含む可燃ごみを青森県田子町に移送した「青森事件」では、処分しきれなくなった可燃ごみを青森の民間業者に処理委託したが、生ごみの処分の許可を得ていなかったことから不法行為となった。

本研究で扱う豊島廃棄物等処理事業（豊島事業）は、上記の 1970～80 年代にかけての時代背景の中で起こった産廃不法投棄事件の豊島事件が原因となった環境再生事業である。

公害問題は、住民運動や企業と住民の対立が中心的な構造であり、汚染源の特定と排出対策の提示が専門家の役割であった。それに対し、その後のごみ問題や不法投棄・不適正処理等の問題では、汚染物質による環境影響評価や、廃棄物の 3R 促進に有効な経済的手法等が求められ、専門家の責任が増大していった。この間、法整備の面では、公害対策基本法が整備され、大量消費に対しては、循環型社会による持続可能な社会構築へと対応が変遷していくこととなった。その政策の形成にあたっての専門家の役割について、[寄本, 政策の形成と市民 1998]^[3]において、寄本は自身の経験から、行政、市民、企業のパートナーシップによる容器包装リサイクル法の政策形成の過程を分析しており、中央官庁主導による市民参画の課題として、研究 NGO の不在、専門性を障壁とした住民と行政の情報の非対称性を挙げている。本研究の問題意識として、住民参画の課題である情報の非対称性を解決することの重要性が寄本の著書でも示されている。

世界の潮流においても、1960 年代に「沈黙の春」に代表される環境汚染への警告を発する著書がベストセラーとなり、その後の 1970 年代に大量消費による地球環境・資源の限界を示したローマクラブの「成長の限界」が発表された。これらの時代を経験した後、1987 年に環境と開発に関する世界委員会（委員長：ブルントラント・ノルウェー首相）が公表した報告書において持続可能な開発の概念を示し、世界的な潮流は環境と経済の両立、循環型社会、持続可能な社会へと向かっていった。

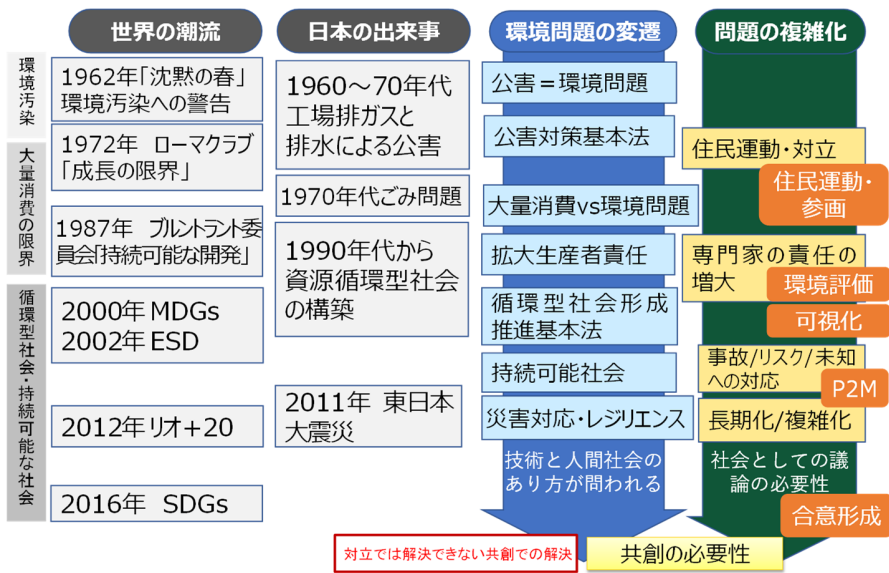


図 1.1.1 本研究に至る時代背景

1.1.1. 豊島廃棄物等処理事業の背景

豊島事件は、1970年代後半から香川県土庄町豊島の西部に汚染土壌を含む約90万トンの産業廃棄物が不法投棄された事件である。「豊かさを問うⅡ」[廃棄物対策豊島住民会議 2005]^[4]には事件の発端が記されている。1977年、不法投棄事件を後に引き起こす事業者の産廃処理申請を受けて来島した当時の知事の「住民の心は灰色だ」発言があり、住民の産廃処理場の反対運動が高まるなど、発端当時から住民と行政の軋轢が見られた。その後、廃棄物処理場建設差し止めの裁判、ミミズ養殖の事業許可を経て、1983年1月に香川県公安委員会から金属くず商の営業許可を得た事業者は、その頃から違法操業を開始し、産業廃棄物の不法投棄及び野焼きが行われ始めた。住民は1984年、1985年と度々行政監察局に訴えたものの行政からの動きはなく、1990年11月に兵庫県警による産業廃棄物の不法処理に対する摘発が行われ、それにより香川県の調査も入ることとなり、1990年12月に事業の許可取り消しと撤去命令が下された。しかし、撤去を行う能力は事業者になく、そのまま放置されてしまうことから、1993年11月に豊島住民は公害調停を申し立てた。その後も、香川県の姿勢を変えるための住民運動が続けられ、1996年7月に二次公害を発生させず、無害化・撤去・再生利用を行うとした中間合意の受け入れ、2000年の公害調停成立となった。調停項目に記されている理念として、行政と住民が互いに主体として関わる「共創」が示された[公害等調整委員会 2000]^[5]。その廃棄物等を処理する事業の適正な遂行のために、専門家の関与、公開の原則、住民の参加という3つの原則が明記され、豊島廃棄物等処理事業が開始された。

豊島事件を発端とした豊島廃棄物等処理事業（豊島事業）は、日本最大級の産廃と汚染土壌を無害化するこれまで経験したことのない長期にわたる事業であり、その過程の事故・リスク等の未知への対応が求められるものであった。

1.1.2. 大規模環境破壊・環境再生への応用

2011年に東日本大震災以降、環境問題の解決策は、災害対応・レジリエンス視点も求められるようになった。同時に発生した福島第一原発事故とその廃炉・復興事業は40年を見込む長期かつ国・東電・住民・国民を巻き込む複雑な問題として現在も取り組まれているが、処理水の放出問題を始めとして、燃料デブリの取り出しの終了時期の見通しは不明であり、廃炉事業終了後の最終的な姿等が描ける状況にないことや、汚染された周辺地域の帰還困難区域の解除は進んでいるものの避難者の帰還等が進んでいない状況等、課題が山積している。

豊島事業における共創のビジョンは、専門家の関与、公開の原則、対等の原則により、行政と住民が共に協力していくことで、新しい価値として、二次公害を出さず産廃撤去と再生利用

の道を拓くことを謳っている。この共創がただのスローガンで終わらず実効性あるものとするためには、協議を行っていく上で行政・住民双方が共通認識を持てる第三者の評価軸があることと、定量的な情報の可視化による住民理解が重要であった。

より大規模で汚染の性質も異なるものの、長期にわたる環境汚染からの環境回復事業である福島復興・廃炉事業は、汚染処理水の一件からも住民理解・協力を得られているとは言いがたい状況であり、社会として取り組む共創の実践が必要な事例と考える。

本研究は、長期・複雑化した環境再生等のプロジェクトにおいて、共創を実現する要素をマネジメントの視点から明らかにすることで、他事例への応用に資する研究としたい。

従来研究と比較して、共創に関しては、企業活動における消費者や専門家との共創をターゲットとした研究とは異なり、公害問題における事業者と被害者住民、産廃不法投棄事件である豊島事件当初の香川県・事業者と地域住民という対立関係が存在するような環境問題からの環境修復・再生プロジェクトへの適用の点で本研究に新規性があると考えられる。また、環境問題分野においては、住民参画や専門家が科学的情報による住民理解等の役割が先行研究から示されているが、これらは、情報可視化システム等の開発を住民理解に活用する際に、システム論的な効果検証の参考として、可視化の主体側と受け手の信頼関係構築にあたっての責任・透明性が求められる点を参考とし、本研究の題材である豊島事業の事例において、情報可視化システム活用して専門家と事業者・住民の議論の場における対等な関係性構築に活用してきたことを研究の新規性として示す。

表 1.1.1 従来研究

分類	研究題名	研究者	発表年度	概要
共創	場と共創 ^[6]	清水博、三輪敬之、久米是志、三宅美博	2000	共創と場所の創造的共同体論、ホンダの部門横断による技術開発現場から共創のあり方を示す他、生命的コミュニケーションから場に対する科学的アプローチ等、共創による社会の発展方法を示している。
	システム設計における共創という姿勢 ^[7]	三宅美博	2012	共創と基盤となる場のシステム論視点の研究。共通の場において自他非分離の状況で責任を負うことと示している。システムから場、場からシステムの相互作用として集団的な気づきを生成する助けが共創のプロセスであると示している。
	共創とはどんなことだろうかー共創とその思想 ^[8]	清水博	2012	共創はシャープやホンダ等のものづくりの現場から生まれたものであり、その基盤に共創の場づくりという日本の文化があるとしている。軍隊・企業のシステムと比べ、共創に見られる生命的システムでは自己組織現象としての多から一という秩序が生まれる。全体的生命としての「一」を共創の居場所として設定することで、共創が生命的システムとして展開されると述べている。東日本大震災・原発事故にも言及し、居場所の喪失が共創の構造をとることを不可能としていることに言及している。

分類	研究題名	研究者	発表年度	概要
	「共創」とは何か ^[9]	大塚正之	2019	「共創」について、企業において発展した共創から、社会における共創、学際的活動における共創を示しつつも、本来的な共創の概念として自己と他者の非分離性、人間と環境の非分離性を示し、一時的に優位に立つために他者を利用することではなく、非分離性を自覚して共に生きていく世界を創ることであると述べている。
環境問題への住民参画	産業公害と住民運動 ^[1]	飯島伸子	1970	現代公害問題の端緒となった水俣病の水俣と新潟の住民運動の違いから専門家の支援と住民組織化の重要性について言及している。
	ごみとリサイクル ^[2]	寄本勝美	1990	ごみ問題の歴史的変遷から、焼却場立地・処分場逼迫問題の解決には行政、企業の責任だけでなく、市民の理解と協力が必要であることを提言している。
	政策の形成と市民 ^[3]	寄本勝美	1998	行政、市民、企業のパートナーシップによる容り法の政策形成の分析著書。中央官庁主導による市民参画の課題として、研究NGOの不在、専門性を障壁とした情報の非対称性を挙げている。
	豊島事件における環境紛争解決過程 ^[10]	六車明	2002	時系列を追っての豊島事件と共創にいたる住民と県との関係性の経緯と専門家の果たした役割が詳細に記述されている。
	北九州における公害克服の歴史を動かした戸畑婦人会の活動 ^[11]	神崎智子	2016	北九州における大気汚染公害の住民組織による実態調査・勉強会活動が果たした公害克服の地域コンセンサスの形成過程が分析されている。
プラットフォーム理論・合意形成	P2M プラットフォームマネジメント文脈と論理 ～クロスボーダー型協働と超サービス製造業への能力強化～ ^[12]	小原重信	2011	ネットワーク社会において製造業がイノベーションを創出するためのプラットフォームマネジメントの理論を記している。P2M標準ガイドブックのプラットフォームマネジメントの補完的役割を持つ。
	合意形成学 ^[13]	猪原健弘	2011	合意形成を理論・手法・実践から理論的に整理した著書である。本研究においては、合意形成を支援するツールの機能的要件について参考とした。
	フューチャーセッションによる参加型イノベーションの可能性 ^[14]	野村恭彦	2013	複雑な問題を解決する場での対話手法として、多様な専門家や関係者が集まるフューチャーセッションに着目し、理論と実践を解説している。
	P2M プラットフォームマネジメントによる地域活性化の事例分析 ^[15]	中山政行、亀山秀雄	2014	地域活性化の事例において、合意形成と複数ステークホルダーの価値共有の場の形成を情報、人材、価値創出の3つのプラットフォームにより分析した。
環境評価指標	一般廃棄物処理システムのライフサイクルアセスメントに関する研究—エネルギーを指標として— ^[16]	井村秀文、中嶋芳紀、森下兼年、前田利家	1995	福岡市を事例に、一般廃棄物処理におけるエネルギー消費、温室効果ガス排出量、LCC 処理方法別に年間消費量を基に分析している。
	Energy recovery potential and life cycle impact assessment of municipal solid waste management technologies in Asian countries using ELP model ^[17]	PandyaswargoA, H, OnodaHiroshi, NagataKatsuya	2012	インド、インドネシア、中国の3カ国の廃棄物からのエネルギー回収を廃棄物管理シナリオ分析において、4つの廃棄物処理技術を用い、ELPによる評価を行った。
	Development of a Municipal Waste Management System from Environmental and Economic Evaluation Perspectives: A Best Available System Methodology ^[18]	HuHao, ZhaoRuixi, OmuraKenta, OnodaHiroshi	2019	固形廃棄物の処理方法の複雑性への対応から、環境性・経済性評価に基づくBAS手法による廃棄物管理システムの提案とデータベースを構築し、国内自治体に適用したケーススタディを示した。

分類	研究題名	研究者	発表年度	概要
情報可視化	評価と意思決定支援のための可視化をめぐる諸問題－「可視化」の構造と課題 ^[19]	堀江典子	2009	環境分野、政策分野での評価・意思決定における可視化の構造について、目的・段階・対象と手法を整理し、可視化の主体側と受け手の信頼関係構築にあたっては、責任・透明性が求められることを述べている。
	AR(拡張現実)は、人間が手にした新たな未来 ^[20]	田上 慎、飛澤健太	2016	ICT 技術により現実空間にデジタル情報を可視化するAR の表現と技術の仕組み、期待される用途を解説している。過去の史跡を表示する理解促進やハザードマップ等の教育への効果についても言及している。
福島復興	「フクシマの教訓」と早稲田大学ふくしま広野未来創造リサーチセンターの挑戦 ^[21]	松岡俊二	2017	福島復興政策の問題点について、早期帰還を目指す事業と長期にわたる避難というミスマッチによる行政への不信、廃炉産業と原発に依存しない社会づくりのミスマッチを指摘しており、長期的な時間軸で福島の復興の重要性を説いている。

プラットフォーム理論・合意形成に関する先行研究は、企業活動に関するものが提唱され、その後、地方活性化等の例に活用する研究も見られた。一方で、本研究の題材となる大規模環境破壊・環境再生において事業全期間を通じて活用されてきた事例は無く、その点に新規性があると考えられる。

環境評価指標については、単年度や国際間比較といった研究事例はあるものの、本研究の題材である豊島事業のような事業全期間に渡る評価・分析事例は無く、新規性と共に価値のある研究であると考えられる。

情報可視化については、環境・政策分野の評価・意思決定における可視化の位置付けを示した研究は見られたが、環境再生分野における可視化の構造分析であり、本研究は分析の視点を参考としつつ、情報可視化システムとして、環境再生事業の進捗管理において、研究のための計測実施時点での日本における最先端の計測手法を用いて可視化まで実装した点に新規性があると考えられる。

福島復興においては、先行研究に示された福島復興の課題について、豊島事業の知見を活用することで課題解決手法の提案まで示していることが本研究の新規性であると言える。

1.2. 本研究における共創の定義

本研究の背景にある豊島事業は、不法投棄された産業廃棄物及び汚染土壌の無害化・再生利用するという解決手法としては、これまで取り組んだことのない未知の事業であった。遭遇するトラブルと事業が進捗していく中で変化していく廃棄物性状に対応するため、実装可能な最適な技術を用い、取り組んできたものである。この事業に携わる技術者・研究者・学生に向けて、技術者として何ができるかということを中心に念頭におくことを、豊島事業の技術検討委員会委員長である永田勝也教授は示してきた。

本研究の主要な題材である豊島事業との関わりは、豊島事業開始当初に事業進捗を GPS 測量によって計測することを提案したことから始まった。第三者である大学が計測することで、事業進捗の透明性と香川県の計る重量ベースの処理量とは異なる体積ベースの指標を用いることで、事業進捗の透明性を確保しようと試みてきた。その後、年 4 回の計測と年 2 回の豊島学（楽）会、島の学校等の情報発信の場に訪れ、事業全期間を通じて住民への情報共有・対話を行ってきた。その中で、住民が主体的に本研究で開発・可視化してきた情報を用い、事業者である香川県と時に白熱した議論を行い、事業を進めてきたことで、共創が実現されていることを体感してきた。

本研究における共創とは、本研究の題材として根幹部分を占める豊島事業の理念である公害調停最終合意に示される共創を指す。豊島事業における共創の定義は、永田が以下のように述べている。[永田 2007]^[22]

「共創」とは、目標を同じくする主体的関係者が共に参加・協働して目標の達成や問題の解決に当たろうという理念・思想である。目標を共にする主体的関係者とは、ステークホルダーであり、日本語ではしばしばこれを利害関係者と訳すが、事が環境の場合、パイを取り合う損得の分かれた関係者ではなく、多くは目標が共有されており、その役割のみが異なる関係者ということになる。

そもそもの共創の語源としては、シャープやホンダ等のものづくりの現場から生まれたものであり、佐々木正氏が 1964 年にシャープ入社当初に述べたとされている [日刊工業新聞社ニュースイッチ 2016]^[23]。

後にホンダの久米氏と「場と共創」を共著した清水によれば、領域の異なる複数の専門家や企業が協力しておこなう創造的開発に対して「共創」という言葉が使われた [清水, 三輪, ほか 2000]^[6]。その共通する基盤に共創の場づくりが必要であるとも指摘している [清水, 2012]^[7]。共創の場においては、集団的創造のために自己防衛の枠を外させる。自己否定を協力的に行うことができる状態を作り出す働きをする。このように共創と場（プラットフォーム）はセットであることが示されている。

「場と共創」の共著者の一人である三宅は、共創をシステム論で以下のように述べている。

軍隊・企業的システムが一から多へルールづけられるのに対し、生命的システムでは自己組織現象としての多から一という秩序が生まれる。共創はその全体的生命としての「一」を共創の居場所として設定することで、共創が生命的システムとして展開される。また結果を求める論理では共創は表現できず、因（事の起こり）を求める論理によってのみ表現されるとされている。[三宅 2012]^[8]

三宅は、東日本大震災・原発事故にも言及し、居場所の喪失が共創の構造をとることを不可能としていることにも言及している。

本来的な共創は自他非分離であり、場所的領域において、一人ひとりが資金・ノウハウ・労働力等を提供し、共創によってお互いが支え合う循環が創り出されることとしている。

また、大塚は共創について、「共創」の企業経営、社会等の各分野での定義から、共創の概念に関する考察を示している [大塚 2019]⁹⁾。企業経営における共創の過程のマネジメントについては、Dialogue (対話), Access (利用), Risk assessment(リスク評価), Transparency (透明性) という 4 つの要素 (DART モデル) によって消費者、ステークホルダーを巻き込む価値共創プロセスを支えていることを示しつつ、マーケティングのみならずオープン・イノベーションも含んだ考察がなされている。企業経営における共創にはオープンな環境が重要であるが、最終的な目標は競争となっている限界があることに言及している。一方、科学技術振興機構 JST/RISTEX の領域研究であるの持続可能な多世代共創社会のデザインにおいても共創が取り入れられているが、そこに明確な定義はないとしている。大塚は、本来的な共創について考察する上で、共創は自他非分離であり、場所的領域において、一人ひとりが資金・ノウハウ・労働力等を提供し、共創によってお互いが支え合う循環が創り出されることとしている。

企業において発展した共創から、社会における共創、学際的活動における共創を示しつつも、本来的な共創の概念として自己と他者の非分離性、人間と環境の非分離性を示し、一時的に優位に立つために他者を利用することではなく、非分離性を自覚して共に生きていく世界を創ることであると述べている。

豊島事業における共創においても、共に参加・協働する香川県と住民の非分離性、人間と環境の非分離性として後世につけを回さないということが永田の寄稿として現れている。豊島事業においては、県と住民が共に参加・協働し、二次公害を発生させず産廃撤去と再生利用するという新しい環境価値の実現をしていくことを「共創」という二文字で示しているものである。

本研究における共創は、プラットフォームマネジメントにより各ステークホルダーが「共に」環境価値である (環境再生・再生後の姿の実現プロセス) を「創造する」取り組みを構築することを対象とする。

1.3. 研究目的

本研究では、豊島事業における情報可視化システム構築の経験を通じて、豊島事業の共創が住民の主体的な参加と協力によって機能してきたのはなぜか、いかにそれが機能したのかを出発点としている。その分析をプログラム・プロジェクト・マネジメント（P2M：プロジェクトマネジメントの手法）を通じて行い、P2Mのプラットフォームマネジメント手法の視点から、共創が機能したプラットフォームの要素を明らかにする。

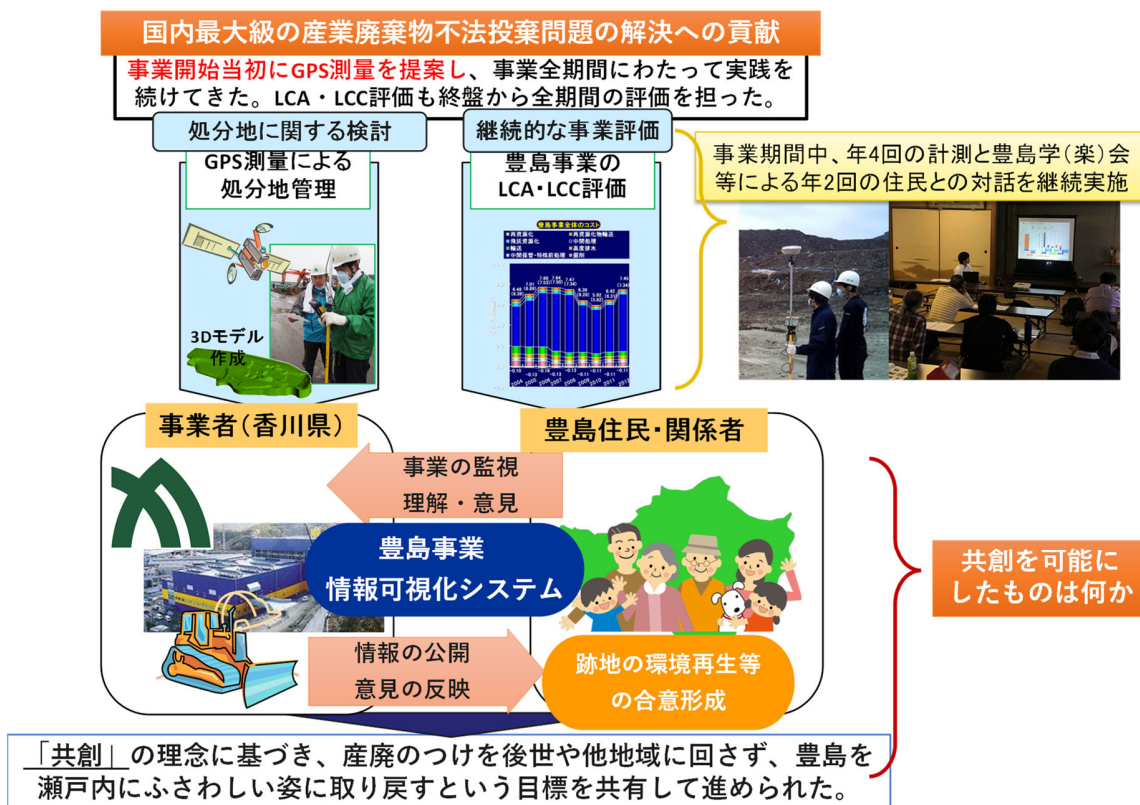


図 1.3.1 豊島事業における本研究の該当範囲

本研究では、大規模・長期間にわたる環境再生事業において、行政・住民の軋轢を超えた共創実現のために技術者として何ができるかを提言する。その中で、共創を実効性あるものとした要素として、

1. 事業進捗管理の評価軸
 2. 理解増進のための可視化
- の2つをマネジメント手法のフレームワークを通じた分析により効果を傍証する。

共創を実現した2つの要素について、実践研究を通じて実装してきた成果が共創プラットフォームにおいて果たした役割を明示する。

そこで得られた知見の応用先として、福島第一原発（1F）事故とその廃炉・復興事業を対象とする。豊島事業とは規模・性質は異なるものの40年を見込む長期かつ国・東電・住民・国民を巻き込む複雑な問題に対し、豊島事業を通じて得られた共創のプラットフォームの知見を適用可能な部分を明らかにする。

それにより、1F廃炉事業と関連する周辺地域の福島復興において、抱える課題を明らかにする。

1.4. 本論文の構成

本論文の第2章以降の構成を図1.4.1に示す。第2章において、豊島事業を事例にP2M手法により事業全体の分析を行い、共創実現の要素をプラットフォームマネジメントの観点から抽出する。本研究で開発してきた共創を実効性あるものとするための開発及び実装内容として、第3章では環境性・経済性評価の事業マネジメントへの活用とプラットフォームのプロトコルの共有に果たした役割を示す。第4章は、GPS測量等による3D可視化の開発・実装がコミュニケーション支援ツールとして行政と住民の共通理解増進に果たした役割を示す。第5章は豊島の共創プラットフォームの知見を他の事例に応用し、課題点を抽出するものである。

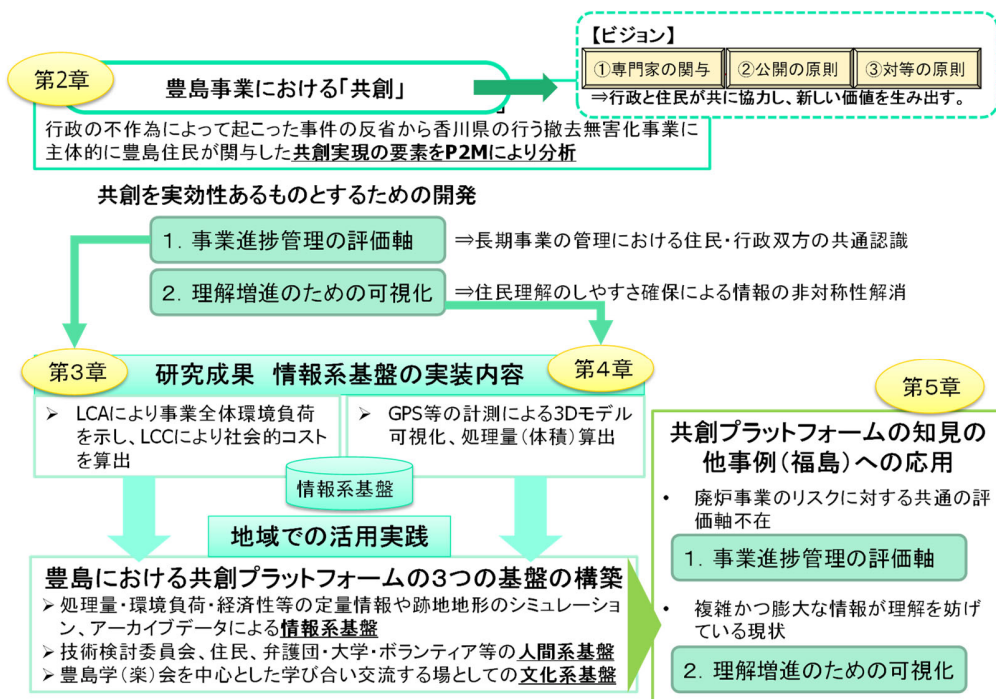


図 1.4.1 本論文の章構成

第2章では、豊島事件からの環境再生において、共創に至った住民と行政の関係構築をP2M手法により分析する。豊島事業をP2Mの3Sモデルにより分析し、豊島事業の全体使命、ミッション・ビジョン、プログラスマネージャー、スキーム・システム・サービスの各モデルにおける豊島事業のプログラスマネジメントの概要を示す。

続いて、豊島の共創手法について関係性マネジメントの視点からの分析を行う。行政の不作為によって起こった事件の反省から行政が行う撤去・無害化・再生利用の事業を住民が主体的に関与してきたことを、実践指針、環境変化、制約条件、目的、業務プロセス、そこで活用する知識データベースといった関係性マネジメント概要に沿って示す。豊島事業のフレームワークとして、住民運動から公害調停、豊島事業実施に至る経緯を分析することで関係性マネジメント、プラットフォームマネジメントが行われてきたことを検証する。

豊島事業の問題発生から解決のプロセスで生まれた共創については、統合マネジメントにおけるプラットフォームマネジメントの視点で分析する。豊島事業における共創は、そのビジョンとして①専門家の関与、②公開の原則、③対等の原則が示され、二次公害を出さず撤去・再生利用の道を拓くことを新しい環境価値として、行政と住民が共に協力して生み出すことを目指したものである。プラットフォームマネジメントにおける共創プラットフォームの要件、共創の実効性を高めるための開発要素として、本研究で開発してきた1. 事業進捗管理の評価軸、2. 理解増進のための可視化が、プラットフォームの共通した判断基準を明確にし、共有されてきたことを示す。

第3章、第4章は、共創プラットフォームの情報系基盤に該当する。

第3章は、共創プラットフォームにおける1. 事業進捗管理の評価軸に関する研究である。事業をマネジメントする評価軸としての環境性評価（環境負荷及び環境負荷を削減する効用等の評価）、経済的負担を示す経済性評価の研究成果を示す。豊島事業の二次公害を出さず撤去・再生利用の道を拓くという環境価値実現に向けては、行政と住民という相対する利害関係者が互いに事業進捗状況の情報を理解し、二次公害を出していないかを環境負荷の評価によって住民が把握していくことや、事業の県民の理解をえるための経済性評価といった共通の評価軸が必要であった。共通の評価軸としての環境性評価・経済性評価において、事業が進捗していく中での処理方法等の変化による影響を分析し、事業マネジメントにどのように活用されてきたかを示す。また、長期にわたる環境再生事業の評価によって、豊島事件の後処理に伴う環境負荷の規模、経済的負担の規模を明らかにする。産業廃棄物として不法に投棄、不適切に処理されたものと、適正に処理された場合とを比較した結果から、第3章の研究を通じて得られた豊島事件の教訓と事業期間を通じて共通の評価軸によって評価を行うことによるプラットフォームのprotocolsの共有がなされてきたことを示す。

第4章は、共創プラットフォームにおける2. 理解増進のための可視化に関する研究である。豊島事件からの環境再生において、共創手法に至った住民と行政の関係構築に一定の役割を果たした情報系基盤の強化における情報可視化システムの開発に焦点を当てる。情報可視化システムの共創プラットフォームにおける機能性、住民と行政の合意形成を支援するツールとしての機能の要件を示す。

具体的な開発内容として、事業開始当初から開発してきたGPS測量による豊島処分地内の産廃の体積情報及び3Dモデル化等の情報可視化システムの構築手法と事業進捗に応じて変化してきたその活用方法について示す。情報可視化システムが事業マネジメントにおける多角的な分析手段として活用された例から、事業の透明性を確保し、住民理解を促進した事例を示す。

また、事業進捗によって新たに顕在化した撤去完了後の姿のあり方について、撤去完了後の3Dモデルデータと過去の海砂採取・産廃不法投棄の地形写真より水没範囲や跡地の整地条件毎のシミュレーションを行い、香川県と住民のコミュニケーション支援ツールとして活用した例を示す。

これらの情報可視化システムによる情報系基盤の強化によって、人間系基盤（参画するステークホルダーの関係性）、文化系基盤（場の構築）において、合意形成等のコミュニケーションに活用された成果から、共創プラットフォームにおけるプロトコルの共有がなされてきたことを示す。

第5章は、豊島事業において多世代にわたる長期間・大規模な環境修復事業を通じた構築された共創プラットフォームの知見を応用することで、現在進行中の福島復興・福島第一原子力発電所（1F）廃炉事業のケースにおいて指摘されているプロジェクトにおける課題と、プロジェクトに欠けているプラットフォームにおける各基盤の課題を明らかにし、解決に向けた取り組みの実践研究を示す。手順として、豊島事業においても実施したP2M手法による分析を福島復興のプログラム全体において行う。プロジェクト群の中でプログラムに対して最も影響の大きい1F廃炉事業のプロジェクトを対象として、プロファイリングマネジメント、プラットフォームマネジメントの視点から分析を行い、豊島における共創プラットフォームのマネジメントの知見から、1F廃炉事業において課題となっている点を抽出する。

また、多世代共創による取り組み手法の提案として、豊島学（楽）会を参考に設立されたふくしま学（楽）会の取り組みの実践研究から、ステークホルダーを将来世代に拡大し、専門家による4つのシナリオを基に議論された内容から、シナリオ分析を行うとともに、将来時点に渡ってシナリオの判断を行っていくことを提示する。地域再生のシナリオを将来にわたって判断するにあたっての多世代共創のプラットフォームマネジメントの課題として、事業進捗管理の評価軸と事業進捗を理解するための可視化を挙げ、その課題解決に必要な要素を示す。

第6章は、以上の研究を踏まえ、環境汚染の修復・復興再生における共創プラットフォームの有効性を総括として示し、今後の研究展開等の展望を示す。

参考文献

- [1] 飯島伸子、「産業公害と住民運動」、社会学評論 21 卷 1 号 p.25-45、日本社会学会、1970
- [2] 寄本勝美、「ごみとリサイクル」、岩波新書、1990
- [3] 寄本勝美、「政策の形成と市民」、有斐閣、1998
- [4] 廃棄物対策豊島住民会議、「豊かさを問うⅡー調停 5 周年を迎えてー豊島事件の記録」、廃棄物対策豊島住民会議、2005
- [5] 公害等調整委員会、「調停条項」、2000 年 12 月 6 日
- [6] 清水博、三輪敬之、久米是志、三宅美博、「場と共創」、NTT 出版、2000
- [7] 清水博、「共創とはどんなことだろうかー共創とその思想」、計測と制御 2012 年 51 卷 11 号 p.1012-1015、計測自動制御学会、2012
- [8] 三宅美博、「システム設計における共創という姿勢ー自他分離の「境界」から自他非分離の「場」へー」、2012 年 51 卷 11 号 p.1037-1044、計測自動制御学会、2012
- [9] 大塚正之、「「共創」とは何か」、共創学 2019, Vol.1(1) p.61-66、共創学会、2019
- [10] 六車明、「豊島における環境紛争解決過程（二・完）」、法學研究：法律・政治・社会(Journal of law, politics, and sociology). Vol.75, No.7(2002.7), p.35-93, 慶應義塾大学法学研究会、2002
- [11] 神崎智子、「北九州の公害克服の歴史を動かした戸畑婦人会の活動、アジア女性研究第 25 号 p.73-91、アジア女性交流・研究フォーラム、2016
- [12] 小原重信、「P2M プラットフォームマネジメント文脈と論理 ～クロスボーダー型協働と超サービス製造業への能力強化～」、国際 P2M 学会誌 Vol.5 No.2, pp.3-13、国際 P2M 学会、2011
- [13] 猪原健弘、「合意形成学」、勁草書房、2011
- [14] 野村恭彦、「フューチャーセッションによる参加型イノベーションの可能性」、Vol.28, No.2, pp.207-218、研究・イノベーション学会、2013
- [15] 中山政行、亀山秀雄、「P2M プラットフォームマネジメントによる地域活性化の事例分析」国際 P2M 学会誌 Vol.2, pp.71-82、国際 P2M 学会、2014
- [16] 井村秀文、中嶋芳紀、森下兼年、前田利家、「一般廃棄物処理システムのライフサイクルアセスメントに関する研究」、1995 年 23 卷 p.261-267、土木学会、1995
- [17] HuHao, ZhaoRuixi, OmuraKenta, OnodaHiroshi. Development of a Municipal Waste Management System from Environmental and Economic Evaluation Perspectives: A

- Best Available System Methodology, Technologies and Eco-innovation towards Sustainability II, pp.81 – 97, Eco Design Assessment and Management, 2019
- [18] PandyaswargoA.H, OnodaHiroshi , NagataKatsuya. Energy recovery potential and life cycle impact assessment of municipal solid waste management technologies in Asian countries using ELP model. International Journal of Energy and Environmental Engineering, 2012, 3(1), p.1 - 11, 2012
- [19] 堀江典子、萩原 清子、木村 富美子、朝日ちさと、「評価と意思決定支援のための可視化をめぐる諸問題－「可視化」の構造と課題－」、2009 年 39 卷 2 号 p.405-416、地域学研究。2009
- [20] 飛澤健太、田上慎、「AR（拡張現実）は、人間が手にした新たな未来 ARの変遷と展望」、情報管理 vol. 59, no.8, p. 526-534、2016
- [21] 松岡俊二、「「フクシマの教訓」と早稲田大学ふくしま広野未来創造リサーチセンターの挑戦」、日本原子力学会誌 Vol.59, No.9, p.496-497、日本原子力学会、2017
- [22] 永田勝也、「土壌環境ニュース 50 号」、<https://www.gepc.or.jp/news/50-tokubetu.html> [アクセス日: 2021 年 11 月 29 日]、一般社団法人土壌環境センター、2007
- [23] 日刊工業新聞社ニュースイッチ、「スティーブ・ジョブズも憧れたシャープ伝説のエンジニア」、<https://newswitch.jp/index.php/p/5134> [アクセス日: 2021 年 12 月 1 日]、ニュースイッチ、2016

第2章

豊島事業における多様なステークホルダーによる市民共創を実現した 関係構築手法の分析

2.1. 第2章の目的

第2章では、豊島事件からの環境再生において、共創手法に至った住民と行政の関係構築をP2M手法により分析し、問題発生から解決のプロセスで生まれた、地域プラットフォーム構築及びマネジメントに着目し、P2Mの視点で分析する。

豊島事件から豊島事業に至る経緯において、P2M的手法が使われてきたわけではないものの、住民運動から公害調停、豊島事業実施に至る経緯を、公害調停項目の達成のプログラムとして捉えた場合、P2Mのフレームで捉えると関係者マネジメント、プラットフォームマネジメントが適切に行われてきたのではないかという仮説が成立する。特に本研究では、問題発生から解決のプロセスで生まれたビジョンに相当する「共創の理念」と、それを実効性あるものとしたプラットフォーム構築及びそのマネジメントにおける「プロトコル」と位置付けられる以下の2つの機能に着目する。

1. 事業進捗管理の評価軸
2. 理解増進のための可視化

また、公害調停最終合意の際に示された豊島宣言にある「豊かな豊島」¹⁴を築いていくことは、P2Mのフレームではプログラムのミッションに相当する。このミッションを実現していく過程の住民と行政の共創に至る関係性マネジメントについて考察し、豊島事業の共創の状況とプログラム推進に係るプラットフォームマネジメントの価値基盤を明らかにし、廃棄物の撤去が完了した豊島事業実施現場（豊島処分地）の環境再生の次の段階に向けた価値基盤の強化の提案を行う。

そして、本研究で研究開発してきた、プラットフォームマネジメントにおける情報系基盤の強化が

1. 専門家の関与
2. 公開の原則
3. 対等の原則

共創のビジョンの3つの原則の遂行に果たした役割を明確にする。

2.2. プロジェクト・プログラムマネジメント（P2M）による豊島事業の共創手法の分析

2.2.1. P2M（プロジェクト・プログラムマネジメント）について

P2Mはプロジェクト・プログラムマネジメントの略称であり、プロジェクトマネジメントの一手法である。

P2M プロジェクト&プログラムマネジメント標準ガイドブック[小原, 2003]^[2]によれば、プロジェクトマネジメントとは、特定テーマについてチーム編成により期限を区切って着実な価値を実現する思考、知恵、手順、方法の体系としている。また、国際 P2M 学会設立趣旨によれば、行政や企業はこれまで1つの問題に1つの単独プロジェクトで対応させてきたが、その発想と方法論では、複雑な社会問題への対応に限界が見えてきた。そこで全体像を使命に集約して複合プロジェクトに展開するプログラムマネジメント思考としての P2M 理論が提唱されたとしている。近年、複合的かつ分野をわたる地域マネジメントの手法として、注目されている。

本研究対象地において、科学者の役割として行ってきた手法をマネジメントとして位置付けるために P2M 理論を採用し、本研究を通して整理している。

2.2.2. 豊島事業の3Sモデルとプログラム概要

豊島事業の全体使命を位置付けているものは、豊島事件の公害調停条項であり、その前文には、ミッション及びビジョンが示されている。以下に示す調停条項前文抜粋 [公害等調整委員会 2000]^[3]をみると、全体使命を実現させるミッションについては、(1)、(2)に、ビジョンについては、(3)、(4)部分が該当する。

- (1) 現場の産業廃棄物及び有害物質を中間処理により無害化し、搬入前の状態に戻すこと。中間処理の施設整備については技術委員会に調査検討を委嘱する。
- (2) 中間処理は、焼却・熔融処理により行われることが適切で有り、処理の結果生成されるスラグ等の再生利用することで、目指すべき循環型社会の展望を開く。
- (3) 香川県は、豊島事件の不幸な道程に鑑み、謝罪の意を表す。住民はこれを諒とし、技術検討委員会の要請する「共創」の考えに基づき、上記の方式によって処理し、豊島を元の姿に戻すことを確認して、調停条項の通り合意した。
- (4) この調停条項に定めるところが迅速かつ誠実に実行され、その結果、豊島が瀬内海国立公園という美しい自然の中でこれに相応しい姿を現すことを切望する。

豊島事業の処理全般を実施するのは香川県であるが、公害調停最終合意に示されているように技術検討委員会の検討結果に従い、住民の理解と協力のもと実施される。このことから、豊

島事業のプログラマネージャーとしては、技術委員会が該当すると考えられる。

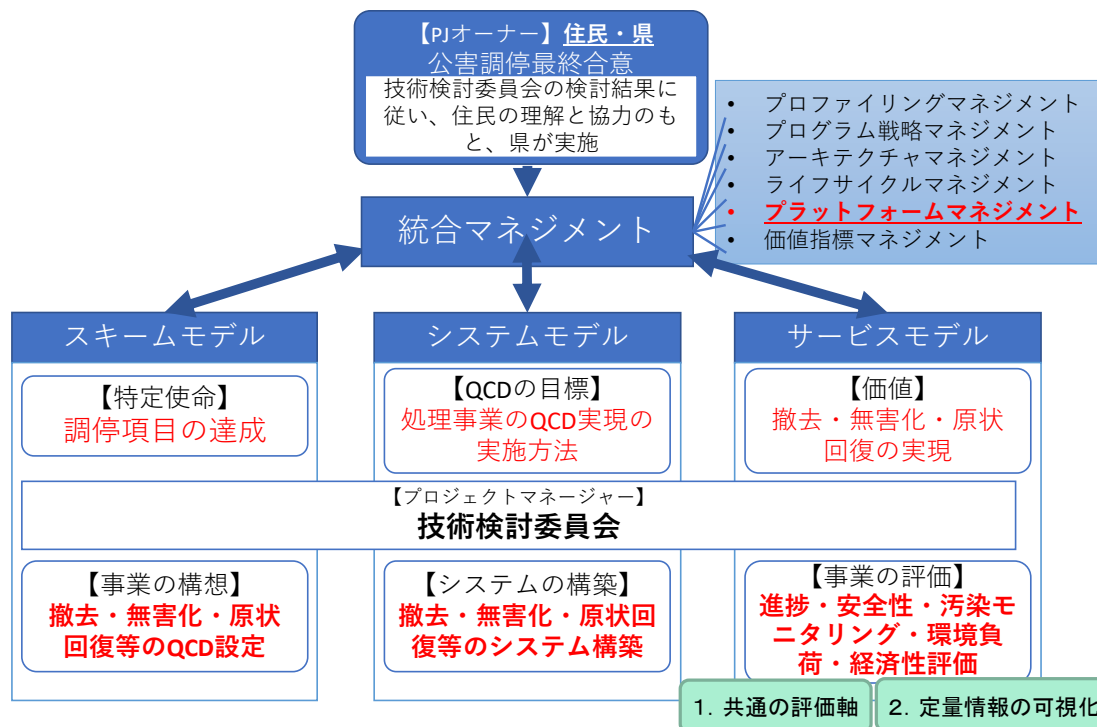


図 2.2.1 豊島事業の3Sモデルとプログラマネジメントの概要

3Sモデルにより豊島事業を分析したものを図 2.2.1 に示す。スキームモデルについては、公害調停最終合意により示された調停項目があり、それを達成することが特定使命となる。その他、制約条件として、産廃特措法に基づく特定支障除去等事業であることから、その期限が定められている。

システムモデルに該当するのが、豊島事業の直接的に廃棄物処理を行う部分であり、図 2.2.2 の処理方法・施設等のシステムが構築されるとともに、技術検討委員会において、住民と行政がともに取り組む共創のプラットフォーム形成が行われた。

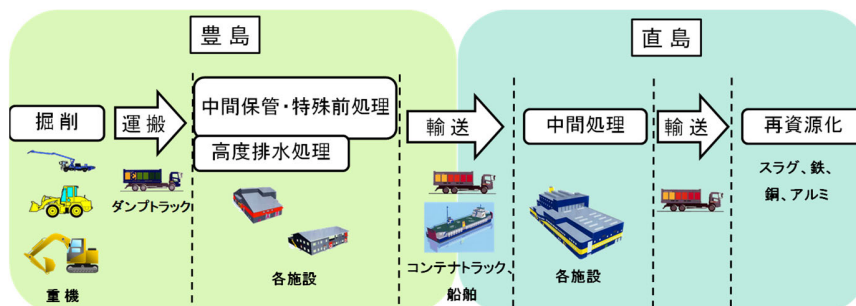


図 2.2.2 豊島事業の処理システム

サービスモデルでは、廃棄物の掘削状況の評価、中間処理における環境性・経済性評価（LCA・LCC 評価）を行うことで、豊島事業の廃棄物撤去等の価値を定量的に評価し、住民にフィードバックすることで、実施状況の理解・意見を香川県に伝える環境を豊島事業共創システムとして構築している [梅澤, ほか 2016]^[4]。また、プラットフォームの運用により知識創造・継承・コミュニケーション活性を行い、豊かな豊島の実現を目指している。

2.2.3. 関係性マネジメントの視点による豊島の共創手法分析

豊島事件における公害調停最終合意において、「技術検討委員会の検討結果に従い」、「住民の理解と協力のもと」、「香川県が実施する」と示されており、共創の理念のもと事業を進めていくというビジョンが示されている。以上のことから、豊島事業を実施していく上で関係性マネジメントが重要な要素となる。 [小原, 2003]^[2]のテンプレートを参考に、図 2.2.3 に豊島事業の関係性マネジメント視点のプログラム概要を示す。

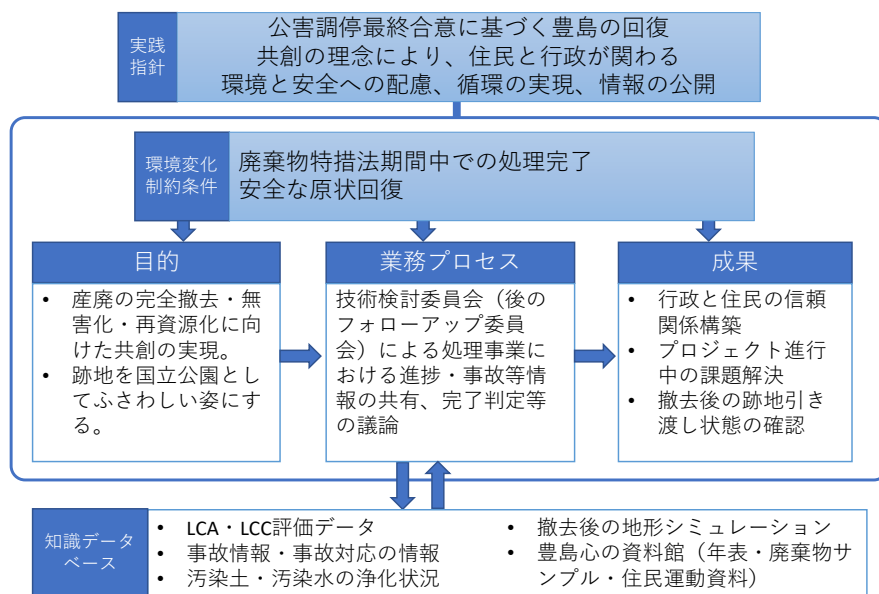


図 2.2.3 豊島事業のステークホルダー・マネジメント概要

豊島事業の実践指針は、2000 年 12 月の公害調停項目 [公害等調整委員会 2000]^[3]に示されており、その実行に際しては、技術検討委員会の要請による「共創」の考えに基づき、住民の理解・協力のもと、香川県が処理事業を行うことと記されている。また、香川県の豊島廃棄物等処理事業の情報公開を行うウェブサイト [香川県 2003]^[6]より、環境と安全への配慮、循環の実現、情報の公開の 3 つのコンセプトが示されている。

本事業の環境変化、制約条件として、豊島事業の処理費用の財源があり、産廃特措法に基づく特定支障除去等事業として行われていることから、その期間内での完了が制約条件となる。

もう1つの安全な原状回復については、撤去後の地下水汚染の処理が2019年現在も行われていることから、安全な原状回復についての制約となっている。

豊島事業における関係性マネジメントの目的は、住民と香川県の共創により、二次公害を出さず、産廃撤去・無害化・再資源化を行うことであり、跡地を国立公園としてふさわしい姿にするという共通理解を得て、事業を完了することが必要となる。

その業務プロセスとして、技術検討委員会（撤去完了後は、フォローアップ委員会に改称）による処理事業における進捗・事故・モニタリング等の情報の共有、完了判定や掘削後の跡地地形等の議論が行われる。

そこでの議論の前提となる情報について、汚染土・汚染水の浄化状況、事故・事故対応情報、環境性・経済性評価、掘削状況及び撤去後の地形シミュレーション等の定量的なデータを知識データベースとして蓄積し、利用している。また、住民が設置した豊島心の資料館（年表・廃棄物サンプル展示）を通じて、情報・知識を共有する場が構築されている。

2.3. 豊島事業の「共創」実現に向けたプラットフォームマネジメント

2.3.1. 豊島事業の共創プラットフォームの分析

[小原, 2003] ②のプラットフォームマネジメントの項において、プラットフォームは広い意味での文化圏の異なる専門的な人材を結集し、異質な知識を統合して新しい価値を創造する基盤としての意味があるとされている。プログラムを推進するために、人間系、情報系、文化系における情報、コミュニケーション、知識獲得のために形成された協働作業のために用意される特定のコミュニティである。その要件について図 2.3.1 に整理する。

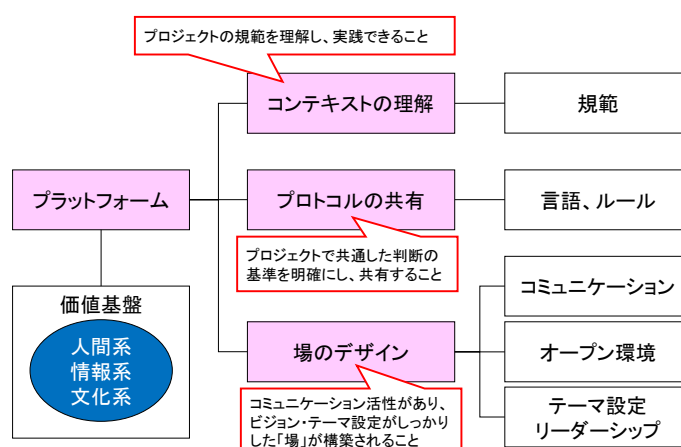


図 2.3.1 P2M におけるプラットフォームの要件

協働のためのプラットフォームの要件が適切に展開されることによりコミュニケーション活性がなされるとしている。コミュニケーション活性があることは、後段に示す図 2.3.3 にある文化系基盤の主な目的にあるオープンな環境で、異質調和がなされ、相乗効果がある状態であるとする。

プラットフォームの要件を豊島事業の事例に適用したものが図 2.3.2 である。3つの要件に対し、該当するものが明確に存在した事業であることがわかる。

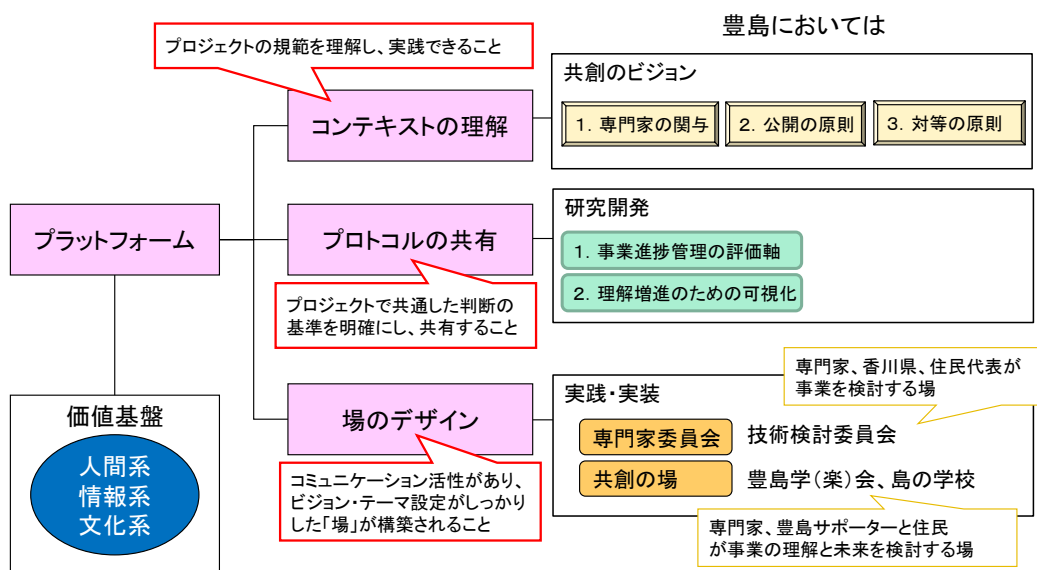


図 2.3.2 プラットフォームの構成イメージと豊島事業との対応

豊島事件において、産業廃棄物不法投棄を許した行政と産廃撤去を求める住民の対立軸から、国、県、県民、専門家等のステークホルダーが共に参加・協働し、新たな関係や価値基盤を創って問題を解決するという「共創」の理念のもとに豊島事業は進められた。具体的には、技術検討委員会に住民が傍聴する場が設定されることで、香川県の事業進捗状況の情報や専門家の助言・指摘事項を住民が把握・理解し、人間系、情報系、文化系における情報、コミュニケーション、知識獲得のために協働作業を行う場となり、「共創」のプラットフォームとして、事業を進めるために機能したと考えられる。

小原のプラットフォームの価値基盤(図 2.3.3)を参考に豊島の価値基盤の機能を図 2.3.4に整理する。

価値基盤	統合	人間系	情報系	文化系
主な目的	使命を維持 変化に対応する 全体価値を維持	創造力を高める 解決力を高める 知的生産性を高める	スピード・予知 力・意思決定を早 める	オープン環境を作る 異質調和を図る 相乗効果を図る
価値創造 基盤の機能	マネジメント 使命価値と中核能 力を整合させる	知識創造 技術と知識の継承、 獲得、創造、蓄積	情報処理 情報の収集、伝達、 処理、加工、支援	場の設定 専門人材結集 コミュニケーション活 性

図 2.3.3 P2M プラットフォーム概要

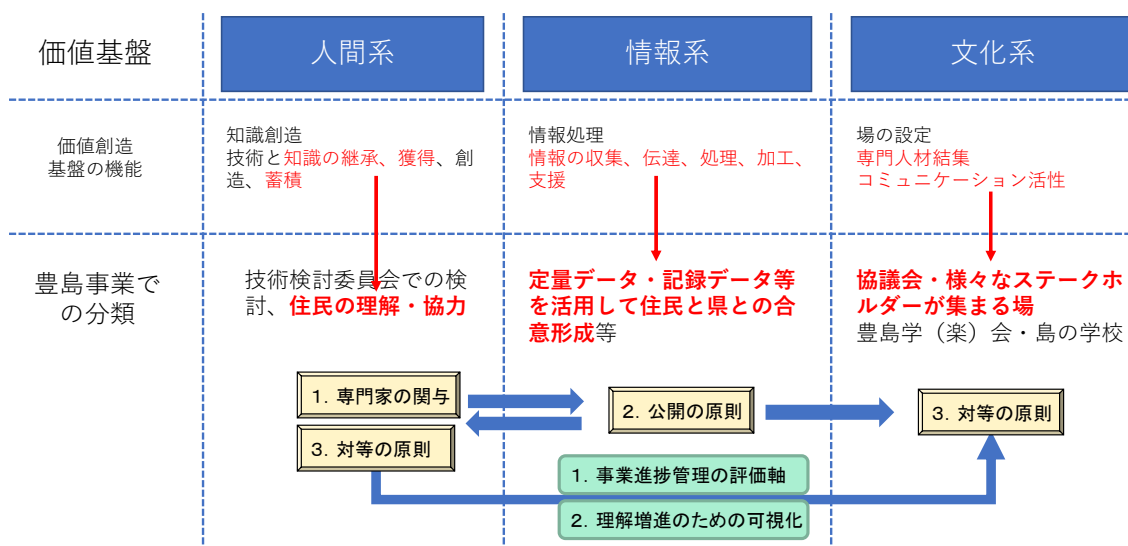


図 2.3.4 豊島における共創プラットフォーム概要

豊島事業は技術検討委員会において専門家の検討結果に従い、行われてきたものだが、その検討は汚染モニタリング、掘削状況、処理施設稼働状況の定量データ及びその評価情報に基づくものであり、県、専門家、住民、住民をサポートする弁護団、学識が検討の場に関わってきた。また、豊島事件の状況を視察するエコツーリズムの取り組みが同時並行で行われ、廃棄物の撤去の取り組みという環境的価値の負の遺産の処理に加えて、事件の教訓を伝える等の環境的価値の創造の取り組みとして、心の資料館設置や豊島・島の学校が住民主体で実施されてきた。

[中山，亀山 2014]^[7]の示す地域創発型プラットフォームを支援する3つのプラットフォーム（内部構造）を参考に、豊島事業の「共創」プラットフォーム構造を分析した図を図 2.3.5 に示す。

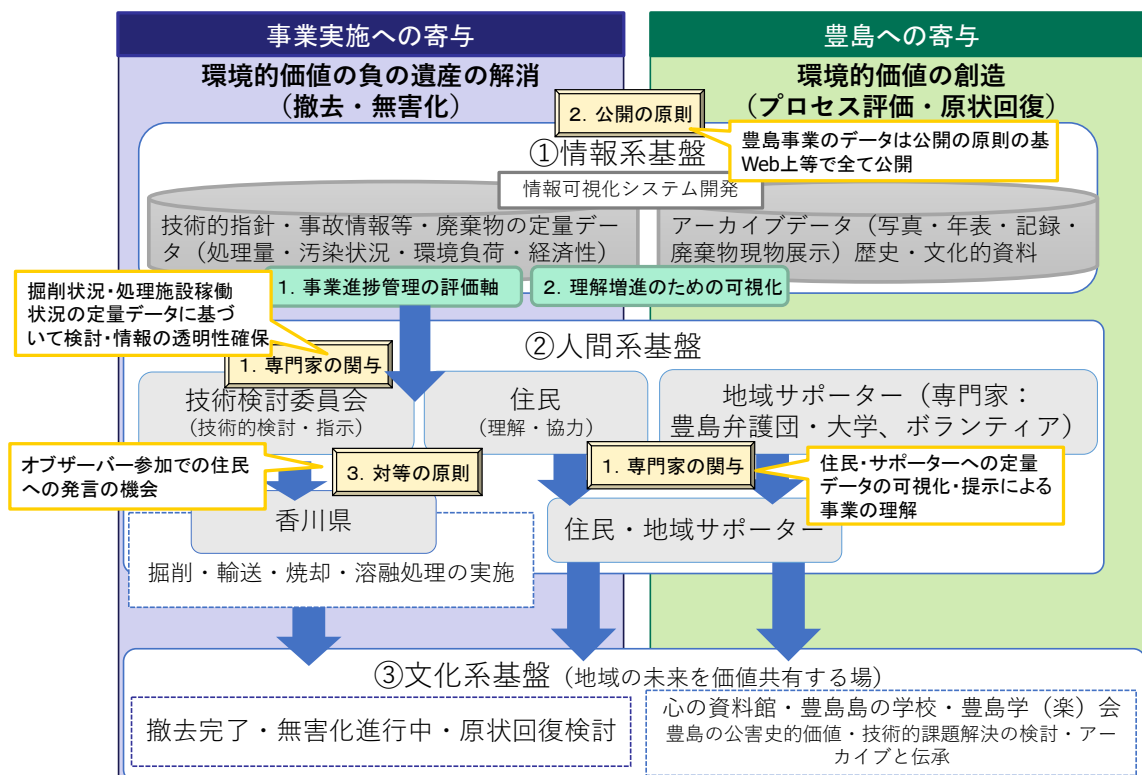


図 2.3.5 豊島事業の「共創」プラットフォーム構造

豊島のケースが通常のプロジェクトと異なる点は、環境的価値の創造の前に負の遺産の解消が先立つことである。豊島の環境的価値の負の遺産解消のために豊島事業が実施され、豊島事業と並行して、豊島事件の教訓を発信・学ぶ機会を住民主体で発信する仕組みとして、豊島・島の学校が処理事業期間に合わせて開催されている。また、地域サポーターである大学(学識)による豊島学(楽)会が設立され、地域サポーター及び住民が参加している。

私はこれまで豊島事業における掘削状況の調査を継続的に実施しており、事業終盤には全期間の環境性・経済性評価をまとめ、総合的な評価を行ってきた。また、共創プラットフォームにおいて住民や地域サポーターに情報共有するとともに、情報系基盤に計測情報の3D処理、環境性・経済性の評価結果を蓄積していくことで、共創プラットフォームの価値基盤の機能の一端を担ってきた。

2.3.2. 情報系基盤としての情報可視化システムの開発

[小原, 2003]²⁾のプラットフォームマネジメントの項によれば、プラットフォームは人間、情報、文化が一体化した特定のコミュニティの場であり、プラットフォームマネジメントは、

コンピテンスと価値基盤の強化活動であると示されている。

プラットフォームにおける価値基盤の人間系・情報系・文化系のうち、情報系の価値基盤において、基盤の機能として、情報収集・処理・加工、伝達を担う部分を豊島における情報共創システム [飯塚, ほか 2013]⁸⁾と名付け、開発と実装、評価を行ってきた。

図 2.3.6 は、調査・検討内容の目的・手段・成果のイメージである。豊島事業開始当初からGPSによる処分地の測量及び3Dモデル化、環境性・経済性(LCA・LCC)評価を行っており、事業の進捗状況を可視化し、香川県の情報公開や、住民が事業への理解・意見をしやすいするための情報可視化システムを構築してきた。

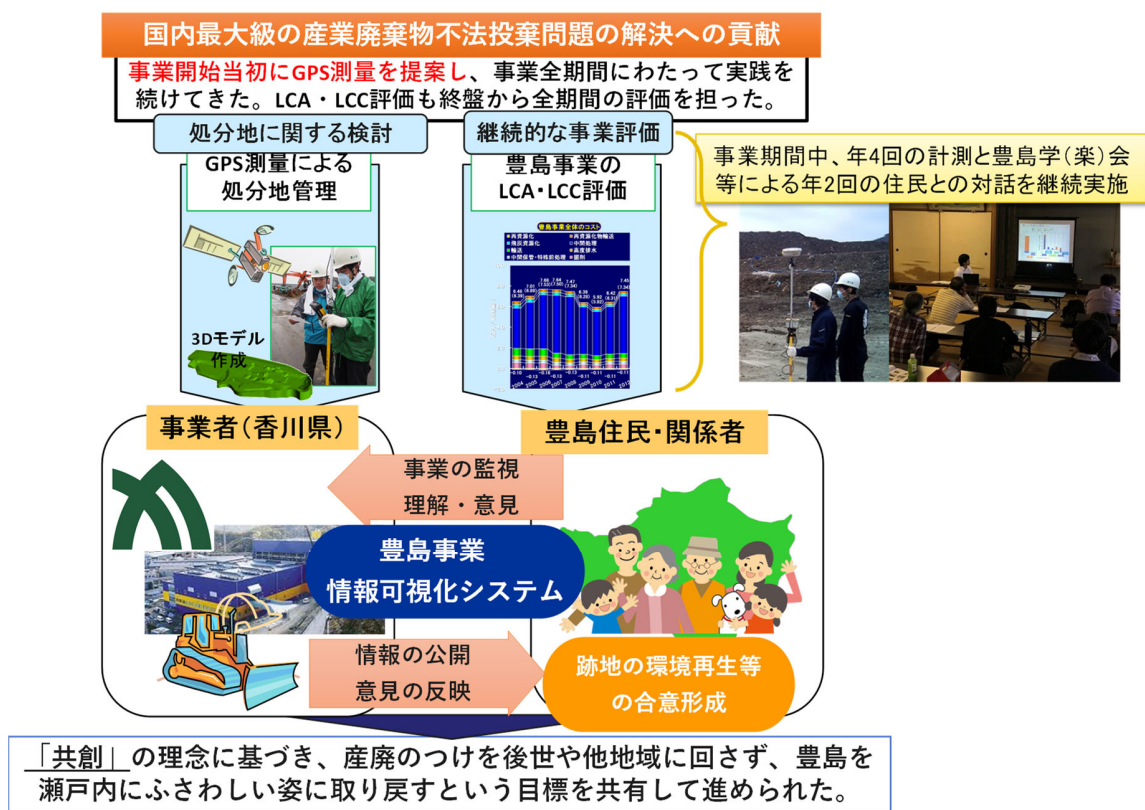


図 2.3.6 情報系基盤の機能のイメージ

豊島事業情報可視化システムが情報系基盤として、何を明確にし、プラットフォームでのコミュニケーションや意思決定・課題解決を促してきたか、そのために、どのような科学技術を駆使してきたかを以下にまとめる。詳細は、次節以降で解説する。

(1) 事業を定量的にマネジメントするシステム

廃棄物問題でよく見られる行政と住民の間で起きてしまう対立構造を、科学技術によって定量的に評価していくことで対立を超えて事業を進めてきた豊島事業では、LCA・LCC 評価によって事業期間中の環境負荷、経済的負担を定量化することにより、不法投棄等による環境汚染とその環境再生にかかる社会的な損失を示すことが可能である。

本項では、2004 年から 2017 年の豊島廃棄物等処理事業期間の環境負荷の評価を統合化指標 ELP [Hu, ほか 2019]^[9]、[Pandyaswargo, ほか 2012]^[10]によって行った代表的な例を示す。環境負荷・経済評価の詳細及び全体的な評価については、第 2 章で記述する。LCA とは、製品等の寿命、すなわち資源の採取から製品の製造、使用、廃棄・リサイクルを通してのエネルギーや、物質資源の投入ならびに CO₂ や廃棄物等の環境への排出が人体や地球環境などに及ぼす影響を定量的に評価する手法である。市民の環境目標である人間の健康、生態系健全性などからさまざまな環境影響を、同じ尺度で見えていくことが目的である。図 2.3.7 は、豊島事業全体の環境負荷の推移である。事業の途中年度において、対前年比較等で異常値があれば、住民側から視覚的に判断が可能な形に可視化している [中野健太郎, ほか 2018]^[11]。

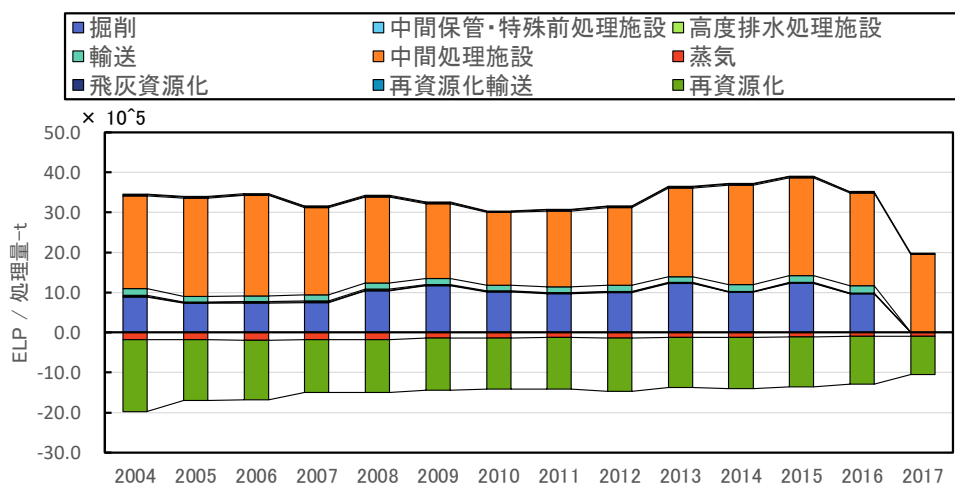


図 2.3.7 豊島事業の環境負荷の推移

図 2.3.8 は全行程のうち、掘削工程を抽出し、その要因分析として薬品使用量を抽出したものである。LCA の面では、生石灰の与える影響が大きいことがわかる。

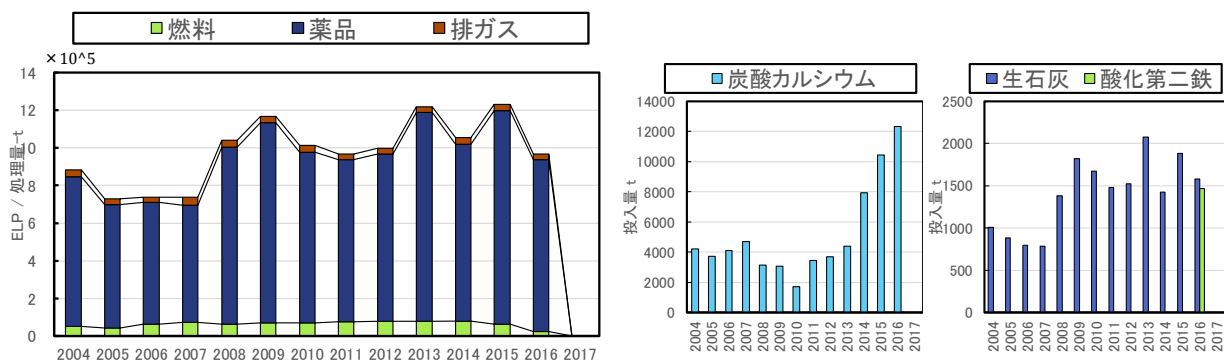


図 2.3.8 掘削工程の LCA 評価及び投入薬品との関連

これらの評価結果を大学（学識）として、技術検討委員会や豊島学（楽）会に定期的に報告、情報として公開されることで、プラットフォームにおける文化系の目的である異質調和（香川県と住民）を図ってきた。

また、LCC 評価についても各工程評価により同様のモニタリングを行い、総合評価として環境性・経済性両面で検討を行った結果を図 2.2.1 に示す。この図からわかることは豊島事業が一般廃棄物処理施設の 3~4 倍の環境負荷を与え、経済的負担が必要であったことがわかる。

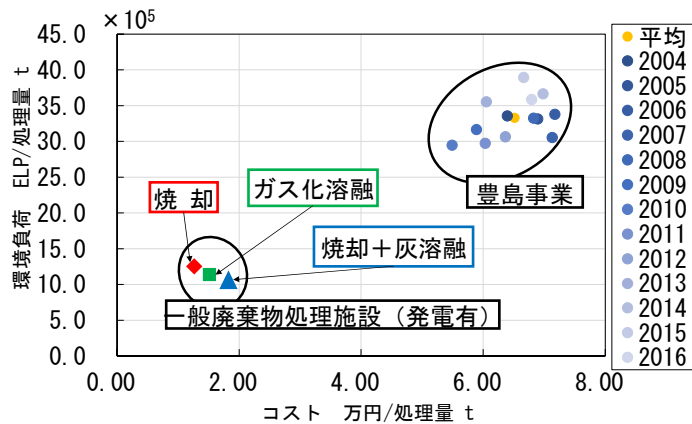


図 2.3.9 豊島事業の一般廃棄物処理施設とのコスト比較

この結果については、豊島事業のプログラムマネジメントとして、環境的価値の創造の取り組みにおける次の世代に伝える教訓としての情報であり、事業評価の冊子・豊島心の資料館にも活用する。

(2) 可視化による事業進捗共有と合意形成のためのシステム

次に GPS 測量による定量的な計測情報を利用し、可視化することで、事業進捗及び合意形成等に利用したシステムを示す。

① GPS 測量による豊島処分地の 3D モデル化

豊島処分地内を高精度 GPS 測量により情報を取得し、3D モデル化する情報の処理を行うことにより、図 2.3.10 の豊島処分地の掘削状況を住民等関係者に対して視覚的に解りやすい形で情報の伝達を行ってきた。この 3D モデルの体積から表 2.3.1 にある掘削量を算出し、事業者側のコンテナトラックの輸送量と比較することで、情報の正確性を確保して技術検討委員会による事業のマネジメントにも活用してきた。



図 2.3.10 豊島処分地の 3D モデル

表 2.3.1 2015 年度及び 2016 年度の処理量比較

測量日	コンテナ 輸送量 m ³	測量体積 m ³				場内移動 廃棄物等 m ³
		全体	誤差 %	(膨張率考 慮) 誤差 %	誤差 %	
2015/12/27 ~ 2016/4/2	10,062	9,389	6.69	9,539	5.20	1,972
2016/4/3~7/23	13,156	11,512	12.50	11,669	11.31	4,212
2016/7/24 ~ 10/15	8,993	8,544	4.99	9,315	-3.58	6,775
10/16~2017/1/8	13,195	12,396	6.05	14,044	-6.44	12,257

図 2.3.10 の 2017 年 1 月時点の 3D モデルでは、全量撤去となった最終的な現場の状態を示し、現在検討中である原状回復による引き渡しの議論の検討ツールとして 3D モデルを活用し、

将来の予知力を高め、住民と香川県の合意、意思決定に役立てている。

例えば、撤去完了が見えてきた 2016 年 1 月 31 日第 36 回豊島廃棄物処理協議会において、住民から原状回復と北海岸堰堤の撤去の有無を検討する必要性が示され、その時期に大学へ水没範囲の見える化を依頼された。そこで、掘削が進んできた 2017 年 1 月 8 日時点の掘削完了エリアにおける水没シミュレーションを行い、その結果図 2.3.11 を住民に提示した。

この水没範囲とは最高潮位の TP=1.86m（濃い着色部分）に、台風時などを考慮し 0.5m 足した TP=2.36m 以下（薄い着色部分）を水没範囲としたものである。処分地の中央部分のつぼ掘りに関しては、大半が水没範囲となっている。これらは将来的な止水機能の解除、及び地下水のポンプアップの停止により想定される冠水域である。住民が懸念していた原状回復に向けては、水没シミュレーションによって判明したこれらの冠水域の覆土・盛り土が必要となることを可視化により明らかにした。

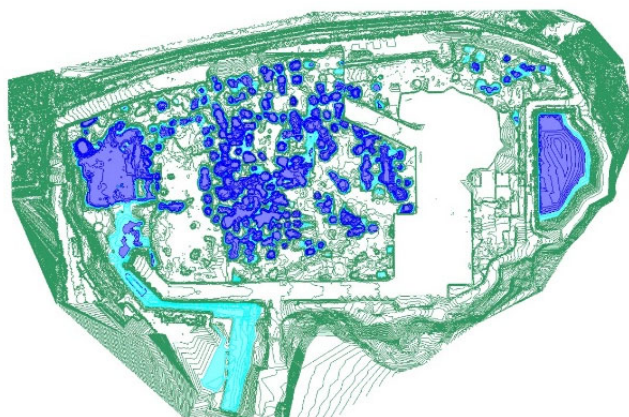


図 2.3.11 水没判定シミュレーションのモデル

今後の環境再生に向けても、原状回復の地形シミュレーションの可視化・アーカイブ等の情報収集・処理・加工・伝達を行うことで、豊島事業で構築した地域情報プラットフォームの情報系価値基盤を強化し、文化系価値基盤における場のコミュニケーションのツールとしての活用していくための提案を次項に示す。

(3) 各種アーカイブ手法による情報系価値基盤の機能強化

情報価値基盤の強化について、豊島心の資料館や豊島学（楽）会等の地域プラットフォームにおいて得られた情報をアーカイブとして地域情報プラットフォームに組み込むことにより、プラットフォームマネジメントにおける情報系価値基盤の機能における情報の伝達、支援を強化する手法について開発した手法を示す。

① ICT 活用によるアーカイブ情報発信

豊島廃棄物等処理事業の処分地における廃棄物の撤去が完了し、処理事業前や、開始直後の状況を想像することが困難となっている。また、豊島事件の発端当時から約 40 年が経過し、不法投棄が始まる前の当該地域の状況を知る住民が少なくなっている。

歴史的経緯や、処理の経過、撤去後の様子を幅広い層に伝えるために ICT を活用して、場所や時間の制限無く誰でもアクセス可能なアーカイブを Google Earth 上に構築することにより、地域情報プラットフォームの強化を行った。図 2.3.12 は、山陽放送の事件取材映像、豊島住民による記録映像・写真、豊島心の資料館写真（小林恵氏、藤井弘氏による記録写真）を、撮影場所を基に配置したバーチャル・ツアーである。

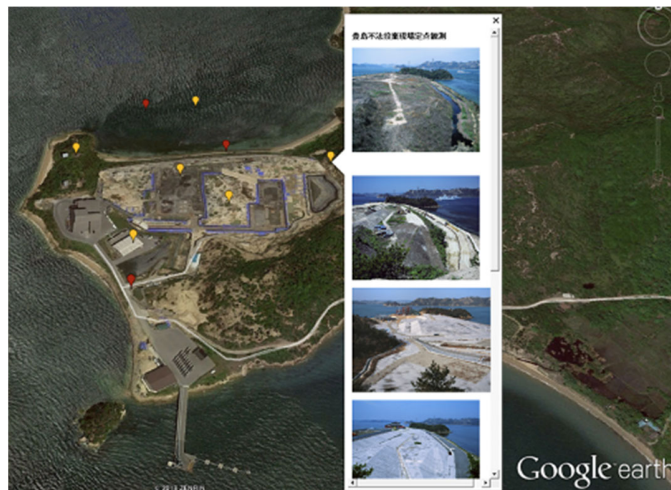


図 2.3.12 豊島事件映像及び写真の Google Earth 閲覧コンテンツ

Google 及び Google のロゴは Google LLC の登録商標であり、許可を得て使用している。

② 仮想現実（VR）・拡張現実技術（AR）のアーカイブ・合意形成への活用

続いて、VR・AR に着目した情報技術の活用手法を示す。VR（Virtual Reality：仮想現実）とは、[舘, ほか 2010]^[12]によれば、それが無いにもかかわらず観察者にそこにあると感じさせるものであるとされている。具体的には、ヘッドマウントディスプレイ等の表示機器を使用して、コンピューターグラフィック等の仮想空間に没入感のある視覚的体験ができることが例として挙げられる。

AR とは、[加藤 2012]^[13]によれば、コンピューターが生成した仮想物体や情報を現実世界の

中に表示する機能として定義される。わかりやすい具体例としては、スマートフォンアプリの「Pokémon GO」のスマートフォンのカメラ映像に 3DCG を合成表示する表現がある [飛澤, 田上 2016]^[14]。

豊島事件～豊島事業に至る過程において、科学的な情報を用いつつも、香川県と住民・専門家等との協議は文章ベースの対話を中心であった。本研究で開発したこれらの技術を用いて、処分地内の記録画像及び映像を VR 表示することにより、かつての豊島処分地の状況と事件に至る地形的推移を示すことや、3D モデルを活用した将来的な跡地返還・原状回復に関する合意形成において、海砂撤去前、撤去後、不法投棄後、撤去完了後の地形を指し示しながら、議論することが可能となった。詳細については、第 4 章に記載する。



図 2.3.13 過去の地形アーカイブ写真・水没データを活用した議論の様子

図 2.3.14 は、豊島処分地内で掘削作業が行われていた時期の 360 度記録画像である。この画像を 65 インチ 4K ディスプレイに表示することにより没入感のある展示システムを構築した。



図 2.3.14 島処分地内の 360 度写真

図 2.3.15 は、豊島事業における廃棄物撤去完了後の 360 度ドローン映像に、豊島事件以前からの経緯を示す空撮画像を合成し、解説表示を行うことで事件の経緯を VR 体験するコンテンツの作成と利用時の様子である。

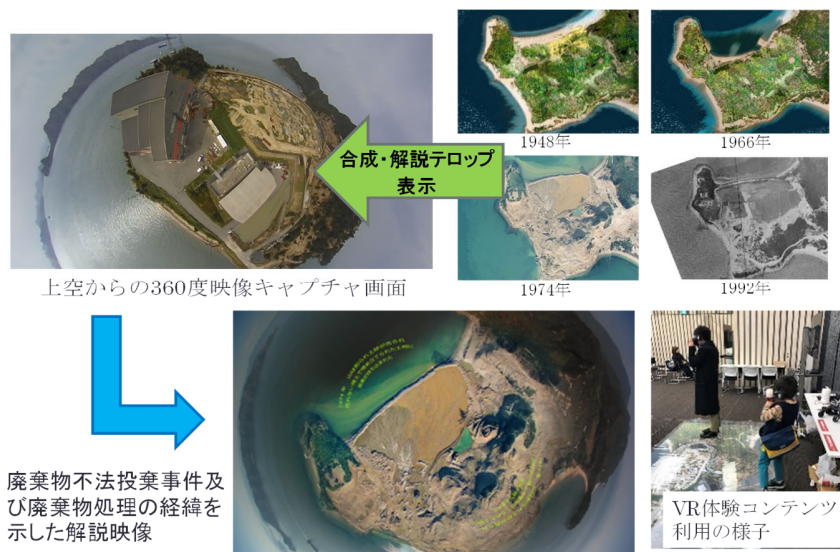


図 2.3.15 豊島事業の撤去完了後の処分地内 360 度記録映像及び経緯解説

2017年11月豊島区役所にて実施された「ふたつの豊島」展において、Google Earth コンテンツ、360度写真、VR体験コンテンツを展示し、2018年4月の豊島学（楽）会の会場においても展示を行い、アーカイブとしての蓄積、活用を行った。

今後、VR及びARのアーカイブに原状回復時の情報を組み込むことで、情報系基盤を強化し、香川県と住民の合意形成に活用することを計画している。

2.4. 第2章の総括：豊島事業における共創プラットフォームの果たした役割

豊島事業は通常の企業活動と異なり、日本最大規模の不法投棄事件として、環境的価値の負の遺産を解消するために国・県・住民・地域サポーターが多なるコスト・負担をしてきた。そのプロセスについて、かつての公害問題の事件同様、環境再生に向けて取り組んだ環境的価値を伝えていくことは、公害史上においても重要と考える。

とりわけ、利害が相反する住民と県などの複雑なステークホルダーの関係は、公害調停というミッションに基づき、関係性マネジメントで位置付けることができた。また、こうした長期にわたる公害との戦いの中で、構築された地域の問題解決・合意形成に向けた「共創」というビジョンに基づく価値創造の基盤が、P2Mのプラットフォームマネジメントとして位置付けられることを確認した。

特に、豊島事業は、事業プロセスの変更によって環境負荷が増大しないことを、本研究で開発してきた情報可視化システムを用いて示し、技術検討委員会において確認した上で事業遂行

を行ってきた。この情報系基盤の強化によって、環境性・経済性評価を事業マネジメントに用いたことは、香川県と住民が共に納得する形で事業を進めることに寄与し、香川県と住民が共に協力してきたことを示している。

豊島事業のプロジェクトサイクルとしては、廃棄物撤去までが一つの区切りとも言えるが、その後は汚染水浄化、遮水壁の残置・撤去の判断等の課題が残っている他、プログラムのアウトカムとしての豊島事件・豊島事業の記録や記憶について、地域内外に伝え環境的価値を向上していくことが課題である。図 2.4.1 に撤去後の環境価値向上に向けて課題となる共創プラットフォームの各基盤の項目を示す。

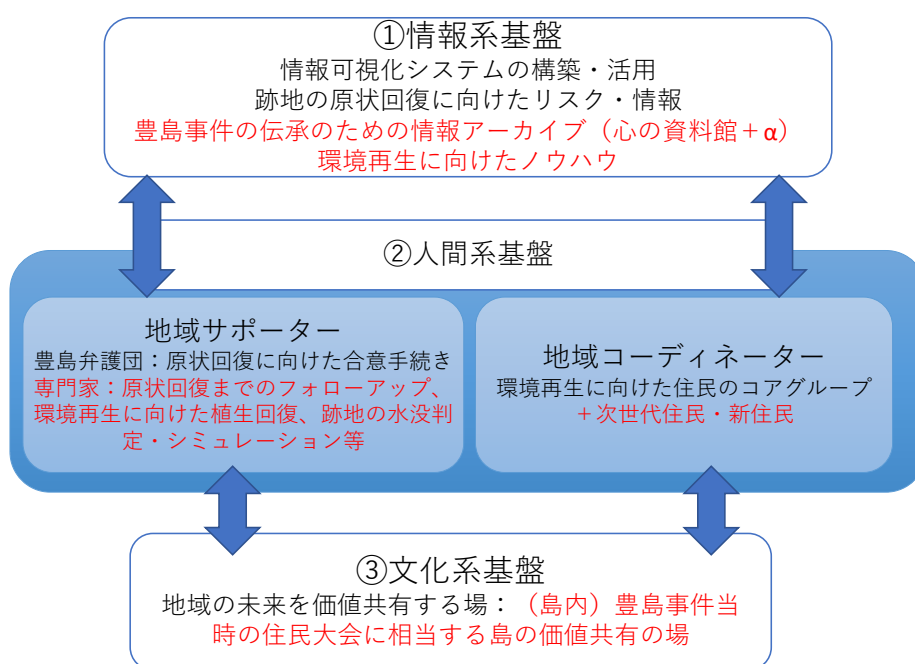


図 2.4.1 豊島事業の環境的価値向上に向けたプラットフォームマネジメントのイメージ

特に、こうした地域の合意形成や共創プラットフォーム構築に向けた課題解決の中で、早稲田大学は、人的プラットフォームの地域サポーターとして、情報系基盤機能「情報可視化システム」の強化に取り組んできた。これらのシステム開発は、豊島事件のさまざまな局面（プロジェクト）において、問題解決・合意形成のツールとして位置付けられ、可視化技術を用いることにより科学に基づく共通の議論に活用された。今後の返還・原状回復の議論に向けても活用が期待されている。

大規模・長期間にわたる環境再生事業である豊島事業は、経験したことの無い未知の環境再生事業でもあった。ステークホルダー間の軋轢を超えた共創を実現した豊島の共創プラットフォーム

ホームの知見は、情報系基盤である可視化等の技術を用いることで、対等な関係を構築し、科学に基づく共通の議論を可能としたことにある。本研究は、対立関係にあるステークホルダー間における共創とそのプラットフォームの重要性を示し、同様の大規模・長期間にわたる環境再生事業の参考となる。環境再生事業の実態と照らして住民参画・協力・合意形成等に課題がある場合に、その課題の要因をプラットフォームマネジメントの視点から捉えることが可能となる点はもちろん、プラットフォーム構築の要件に欠ける問題点を分析することで、必要となる各基盤の強化に必要な点が見えてくるのが本研究の成果の一つであると考えられる。

参考文献

- [1] 廃棄物対策豊島住民会議、「豊かさを問うⅡー調停5周年を迎えてー豊島事件の記録」、廃棄物対策豊島住民会議、2005
- [2] 小原重信、「P2M プロジェクト&プログラムマネジメント標準ガイドブック上巻 プログラムマネジメント編」、PHP 研究所、2003
- [3] 公害等調整委員会、調停条項、 <https://www.pref.kagawa.lg.jp/haitai/teshima/shiryo/shiryo5.htm>、2000年12月6日、2019年6月3日参照時点
- [4] 梅澤諒、永井祐二、小野田弘士、永田勝也、「豊島廃棄物等処理事業における処分地管理手法の高度化に関する検討」、環境工学総合シンポジウム講演論文集2016、26巻、日本機械学会、2016
- [5] 小原重信、「P2M プログラム&プロジェクトマネジメント標準ガイドブック下巻個別マネジメント編」、PHP 研究所、2003
- [6] 香川県、「豊島廃棄物等処理事業 事業のコンセプト」、<https://www.pref.kagawa.lg.jp/haitai/teshima/project/concept.htm>、2003、2019年6月3日参照時点
- [7] 中山政行、亀山秀雄、「P2M プラットフォームマネジメントによる地域活性化の事例分析」、国際P2M学会誌、Vol.2、pp.71-82、国際P2M学会、2014
- [8] 飯塚壮平、築山亮、絵内祐樹、永井祐二、切川卓也、小野田弘士、永田勝也、「豊島廃棄物等処理事業におけるGISを活用した事業の進捗業況の3Dモデル化とその活用」、日本機械学会論文集(B編)、79巻801号、pp.781-785、日本機械学会、2013
- [9] HuHao, ZhaoRuixi, OmuraKenta, OnodaHiroshi. “Development of a Municipal Waste Management System from Environmental and Economic Evaluation Perspectives: A Best Available System Methodology”, Technologies and Eco-innovation towards Sustainability II, pp.81 – 97, Eco Design Assessment and Management, 2019
- [10] PandyaswargoA.H, OnodaHiroshi, NagataKatsuya, “Energy recovery potential and life

cycle impact assessment of municipal solid waste management technologies in Asian countries using ELP model” International Journal of Energy and Environmental Engineering, 2012, 3(1), p.1 - 11, 2012

- [11] 中野健太郎、井口琢郎、永井祐二、小野田弘士、永田勝也、「豊島廃棄物等処理事業環境性・経済性の評価」、第 28 回環境工学総合シンポジウム、一般社団法人日本機械学会、2018
- [12] 舘暲、佐藤誠、廣瀬通孝、「バーチャルリアリティ学」、コロナ社、pp.5、2010
- [13] 加藤博一、「拡張現実感技術の最前線（第 1 回）総論」、映像情報メディア学会、Vol.66、No.1、pp53～56、映像情報メディア学会、2012
- [14] 飛澤健太、田上慎、「AR（拡張現実）は、人間が手にした新たな未来 AR の変遷と展望」、vol. 59、no. 8、pp. 526-534、情報管理、2016
- [15] 小原重信、「P2M プラットフォームマネジメント文脈と論理 ～クロスボーダー型協働と超サービス製造業への能力強化～」、国際 P2M 学会誌、Vol.5、No.2、pp.3-13、国際 P2M 学会、2011

第3章

共創プラットフォームにおける豊島廃棄物等処理事業の 環境性・経済性評価

3.1. 第3章の目的

本章では、豊島事業を対象とした環境性評価・経済性評価により、以下の3つの社会的な役割に資することを目的として評価を行った。

①豊島事業は、膨大な予算と長期にわたる事業であることから、事業期間中、豊島住民を不安にさせないだけでなく、県民の理解を得るためにも、安全で的確な処理をしていくことが必要とされた。事業者・住民間のリスク・コミュニケーションの面で、本事業の環境性評価・経済性評価は重要な役割を果たすことから、一貫した評価指標での調査研究を行う。

②廃棄物処理事業であっても、環境にかかる負荷を最小限に抑えて取り込まれることが望ましく、環境性評価・経済性評価を年度毎に行うことで、本事業期間中の処理手法の見直しを判断し、再資源化の努力などプラス要素も評価し明らかにすることができる。そのため、事業期間中の工程の適正マネジメントがなされているかを評価することを目的とする。

③豊島事業の全期間を評価することにより、本事件の後処理に伴う環境負荷の規模、経済的負担の規模を明らかにすることを目的とする。産業廃棄物として不法に投棄、不適切に処理されたものと、適正に処理された場合とを比較した結果を明らかにすることにより、この事件の教訓として、環境保全・環境問題における「未然防止原則」の重要性を後世に示すことが可能となる。

3.2. 豊島廃棄物等処理事業の環境性・経済性の評価手法

豊島廃棄物等処理事業の全事業期間の環境性・経済性評価について、LCA（Life Cycle Assessment）ならびにLCC（Life Cycle Costing）により検討を行った。LCAとは、製品等の寿命、すなわち資源の採取から製品の製造、使用、廃棄・リサイクルを通してのエネルギーや物質資源の投入ならびにCO₂や廃棄物等の環境への排出が人体や地球環境などに及ぼす影響を定量的に評価する手法である[永田ら, 1995]^[1]。本事業ではLCAの統合化手法である統合化指標ELP（Environmental Load Point）を用いる[Pandyaswargo et al, 2012]^[2]。

また、LCCとは、製品等における製品設計・開発、使用及び廃棄におけるコストを評価する経済分析手法である。豊島事業におきかえると処理事業の施設設置から、処理事業の各工程の運用に係るコスト、処理終了後の撤去費用までが分析対象となる。

これらを検討することにより、豊島事業のもたらした環境影響と経済的影響の可視化を行った。LCA,LCCにより評価するにあたり、処理量あたりの環境負荷、費用原単位を算出して分析することで、前述の3つの目的のうち、前の2つは経年変化を基に評価が可能であり、最終的な不法投棄による産業廃棄物処理事業を、他の事業などと比較することで総括する際、本事業と一般廃棄物処理事業とを相対的に比較することなどが可能となる。

3.2.1. 評価範囲

評価範囲は、豊島処分地における掘削、中間保管から、直島での中間処理を経て再資源化物がスラグヤードに運ばれるまでの事業全体を対象としている。LCCはこれらに加え、主要施設・機器の設置・建設費、点検整備費等を対象としている。

LCAでは、本来、生産・建設から使用・供用、廃棄・撤去までのライフサイクルでの環境負荷を計量するものであるが、本研究では、使用・供用時を中心に評価している（図 3.2.2）。

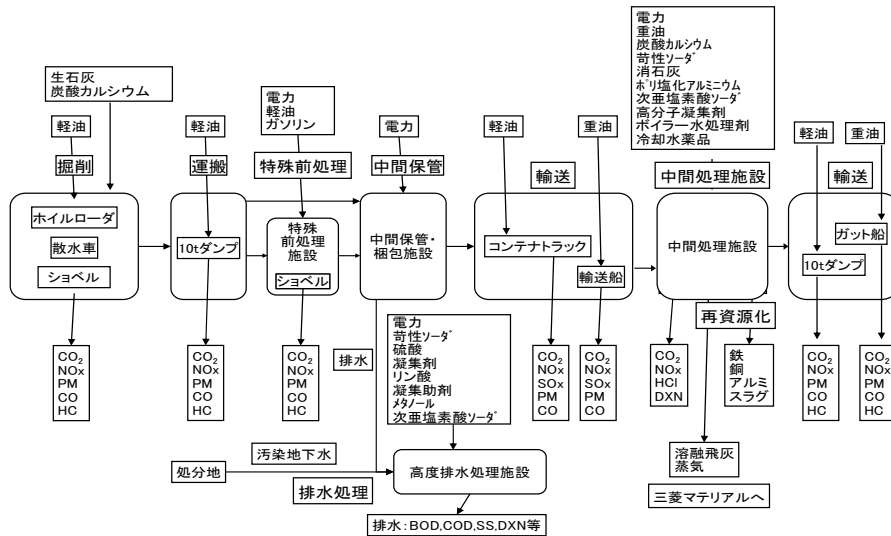


図 3.2.1 豊島廃棄物等処理事業のフロー

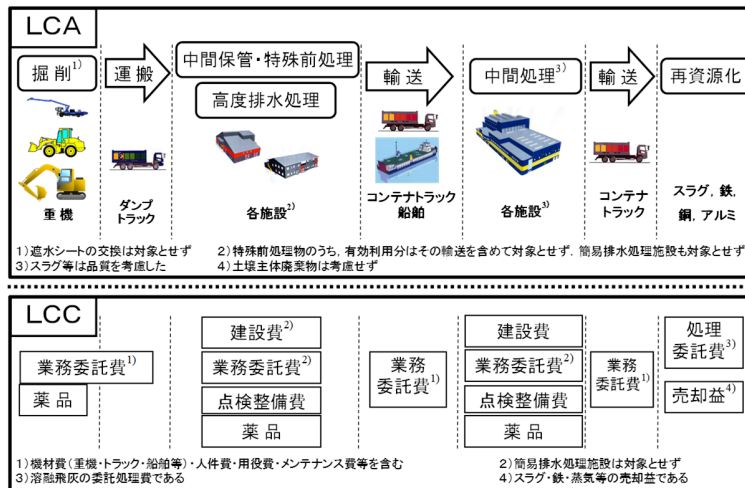


図 3.2.2 豊島事業における評価範囲

掘削運搬や豊島・直島間の輸送では、使用重機や船舶等での使用燃料、排ガスを考慮している。中間保管や特殊前処理、高度排水処理、中間処理等の施設では、そこでの使用電力や燃料に加え、外部等に排出する排ガスや排水等を対象としている。そして、中間処理後に発生した再資源化物を輸送船、トラックで香川県内各地のストックヤードまで運搬するまでが評価範囲の内訳となる。

3.2.2. 評価方法の詳細

豊島事業のフローについて、前述の評価範囲における投入側、排出側のそれぞれの環境負荷項目を図 3.2.1 に示す。各データは、香川県への調査票記入を年度毎に依頼し、得たものである。図 3.2.1 の工程上流にあるエネルギー等の投入量・活動量及び下流の排出側の計測データに基づき、前述の ELP により算定した。

ELP は、統合評価方法としてアンケート法を採用しており、環境への影響を改善する優先順位を、アンケート調査を基に相対的に決定する手法にて実施している。表 1 に示す 9 つのインパクトカテゴリーを設定し、エネルギー枯渇、地球温暖化、オゾン層破壊、酸性雨、資源の消費、大気汚染、海洋・水質汚染、廃棄物処理問題、生態系への影響のカテゴリー間の相対的重要度をアンケートにより決定している。その方法は、CO₂、NO_x、BOD や重金属等の各個別環境項目に対する各カテゴリー内の重み付け係数を適用し、指標値を得る特性解析を行う。この特性解析の結果に AHP 階層法により得られたカテゴリー重要度を乗じ合算することで、統合化指標としての ELP が求められる。ELP を用いることによって、CO₂ 排出量等の単一の環境負荷項目では把握できない環境負荷を総合的に把握することが可能となる[小野田, 2010]³⁾。

表 3.2.1 ELP の評価項目

インパクトカテゴリー	重み付け係数	対象項目
エネルギー枯渇	低発熱量 / 可採年数 (原油=1)	5
地球温暖化	GWP100 (CO ₂ =1)	38
オゾン層破壊	ODP (CFC-11=1)	24
酸性雨	AP [酸性化ポテンシャル]	7
資源の消費	1 / 可採年数 (鉄鉱石=1)	32
大気汚染	1 / 環境基準 (SO _x =1)	10
海洋・水質汚染	1 / 環境基準 (BOD=1)	37
廃棄物処理問題	1 [重量換算]	1
生態系への影響	ECA [水圏生態毒性定数ファクター] (Cr=1)	32

3.3. 環境性評価の結果

3.3.1. インベントリデータ

2016年度に掘削工程、中間保管・特殊前処理施設、輸送工程が完了しているため、2016年度分の香川県から提供された実測データを基に各工程でのインベントリデータを以下に示す。

(1) 掘削・運搬工程のインベントリ

掘削・運搬工程でのインベントリデータは、作業車両・重機の燃料である軽油、廃棄物・汚染土壌と混合して溶融助剤として使用される炭酸カルシウム、生石灰である。

表 3.3.1 掘削・運搬工程での燃料、薬剤のインベントリ

項目	使用量
軽油 kg/y	47,912
炭酸カルシウム kg/y	1,615,000
生石灰 kg/y	13,000,000

重機の排ガスは、実燃料消費量を「建設機械等損料算定表」より参照した重機の燃料消費量で割ることで実負荷出力を求め、「建設機械の第2次排ガス基準値」より参照した出力別の排ガス基準値に実負荷出力、年間稼働時間を乗じ排出量を算出した。対象とした排ガス成分はCO₂、NO_x、PM、CO、HCである。CO₂については、軽油の排出原単位は、2.64 [kg/CO₂/L] を用いて算出した。

表 3.3.2 掘削・運搬工程での重機排ガスのインベントリ

重機	ショベル			ホイールローダ	散水車	10tダンプ
	ZX-330	ZX-200	ZX-70			
CO ₂ kg/y	69,739			51,967	3,048.4	24,932.3
NO _x kg/y	688.6	574.0	315.5	571.7	160.6	666.1
PM kg/y	23.0	28.7	18.0	19.1	5.4	22.2
CO kg/y	401.7	478.4	225.3	333.5	93.7	388.5
HC kg/y	114.8	95.7	58.6	95.3	26.8	111.0

(2) 中間保管・特殊前処理施設のインベントリ

中間保管・特殊前処理施設のインベントリデータは、施設を運転するための電力及び施設内

で使用している作業車の燃料である軽油、ガソリンである。対象とした排ガス成分は CO₂、NO_x、PM、CO、HC である。表 3.3.3 にインベントリデータを示す。排水は高度排水処理施設で処理されるため、ここでは割愛した。施設で使用されている重機の排ガスについては掘削工程の重機の排ガスと同様に算出し、表 3.3.4 に示す。

表 3.3.3 中間保管・特殊前処理施設のインベントリ

項目	使用量
消費電力 kWh/y	1,309,160
軽油 kg/y	3,045
ガソリン kg/y	0.038

表 3.3.4 中間保管・特殊前処理施設の重機排ガスのインベントリ

項目	使用量
CO ₂ kg/y	9,494.862
NO _x kg/y	401.145
PM kg/y	22.923
CO kg/y	286.532
HC kg/y	57.306

(3) 高度排水処理施設のインベントリ

高度排水処理施設のインベントリデータは、施設を運転するための電力及び水処理に用いる薬品、排水中各成分を考慮したインベントリデータである。排水は環境基準 43 項目について分析するが、分析限界を下回るものは無視した。表 3.3.5 に詳細を示す。

表 3.3.5 高度排水処理施設のインベントリ

項目	使用量
電力 MWh/y	607.08
苛性ソーダ(25%) kg/y	28,330
硫酸(62.5%) kg/y	8,830
凝集剤(塩化第 2 鉄) kg/y	37,840
リン酸 kg/y	60
メタノール kg/y	4,600
次亜塩素酸ソーダ(12%) kg/y	200
BOD mg/L	1.4

項目		使用量
COD	mg/L	5.5
窒素含有量	mg/L	36
ホウ素	mg/L	6.0
フッ素	mg/L	0
アンモニア	mg/L	0
ダイオキシン類	pg-TEQ/L	0

(4) 輸送工程のインベントリ

輸送工程では、コンテナトラックによる運搬と2種類の輸送船による海上輸送が行われた。輸送工程の燃料は、コンテナトラックの軽油、輸送船のA重油をインベントリデータとして、表3.3.6に示す。排ガスの算出に関して、2003年度に早稲田大学永田研究室 TLCA 班が算出した「輸送時の各車両の排出原単位」を参照し、積載量と輸送距離から算出している。対象とした排ガス成分はCO₂、NO_x、SO_x、PMである。輸送船についても2005年度早稲田大学永田研究室 TLCA 班が行った船舶のLCAからコンテナ船として算出している。

表 3.3.6 輸送工程のインベントリ

項目		使用量
軽油	L/y	42789.6
A重油	L/y	197,172.8

表 3.3.7 運搬工程の輸送手段別の排ガスインベントリ

項目		コンテナトラック	輸送船 (太陽)	輸送船 (ことぶき丸)
CO ₂	kg/y	112,294	521,367	12,898
NO _x	kg/y	50.4	14,546	360
SO _x	kg/y	41.3	1,732	43
PM	kg/y	7.79	7.79	6

(5) 中間処理施設のインベントリ

中間処理施設では、表3.3.8に示すデータを考慮した。排水については三菱マテリアルに送られそこで適正に処理されるため、排水は考慮していない。また、太陽光発電に関しても、2004

年度から 2009 年度までが対象であるため考慮しない。外部送り蒸気の換算重油量とその燃焼による排ガスのインベントリを示す。

表 3.3.8 中間処理施設のインベントリデータ

項目		使用量
電力	MWh/y	18,326.590
重油	kg/y	15,708,115.8
太陽光発電	MWh/y	—
炭酸カルシウム	t/y	1,012.150
苛性ソーダ(25%)	t/y	1,484.440
消石灰	t/y	964.410
ポリ塩化アルミニウム	t/y	136.310
次亜塩素酸ソーダ	t/y	1.200
CO ₂	t/y	86,231.111
DXN	ng-TEQ/Nm ³	0.009487
溶融飛灰発生量	t/y	3.071
鉄発生量	t/y	322.1
銅発生量	t/y	593.2
アルミ発生量	t/y	253.6
溶融スラグ発生量	t/y	41,206.1
外部送り蒸気量	t/y	43,051

表 3.3.9 外部送り蒸気の換算重油のインベントリ

項目		使用量
外部送り蒸気量	t/y	43,051
A 重油	kg/y	765,327
CO ₂	kg/y	3,107,186
NO _x	kg/y	3,078
SO _x	kg/y	3,259
PM	kg/y	236

(6) 飛灰資源化工程のインベントリ

飛灰資源化前処理工程のインベントリを表 3.3.10 に示す。上水、電力を考慮している。

表 3.3.10 飛灰資源化工程のインベントリ

項目	使用量
上水 m ³ /y	15,355
電力 MWh/y	228,213

(7) 再資源化物輸送工程のインベントリ

再資源化物輸送では、10tトラック及び700tガット船が使われた。インベントリデータは燃料である軽油とA重油、各輸送手段の排ガスを対象とした。海上輸送に使用される700tガット船は小型貨物船としてインベントリデータを作成した。表3.3.11にインベントリデータを示す。燃費は国土交通省内航船舶統計年報より貨物船の燃費原単位を参照した。輸送時の排出原単位は輸送工程と同様のデータを参照した。排ガスは掘削工程等の重機と同様に算出した。対象とした排ガス成分はCO₂、NO_x、SO_x、PMである。

表 3.3.11 再資源化物輸送工程のインベントリ

項目	使用量
軽油 L/y	3,482
A重油 L/y	12,730

表 3.3.12 再資源化物輸送工程の輸送手段別の排ガスのインベントリ

項目	10tトラック	700tダンプ
CO ₂ kg/y	9,139	34,494
NO _x kg/y	8.445	962.4
SO _x kg/y	6.905	114.6
PM kg/y	1.304	14.89

3.3.2. 工程別の環境性評価の比較

豊島事業の各工程の環境負荷原単位を比較した図3.3.1を見ると、掘削、中間保管・特殊前処理、高度排水処理、輸送、中間処理、飛灰資源化、そして再資源化物輸送の各工程で最も環境負荷の原単位が高いのは中間処理工程であることがわかる。その内訳は、排ガス、燃料、電力の環境負荷原単位が大部分を占めている。中間処理の熔融炉において、膨大なエネルギーを投入することで、無害化・再資源化処理を実現した結果である。しかし、そのエネルギー投入の結果として、再資源化による環境負荷削減を実現しており、これが中間処理工程における環

境負荷の削減に寄与している。その後の飛灰再資源化工程においても、環境負荷削減効果が大
 きいことがわかる。再資源化物の評価は、品質（販売価格／市場価格）を考慮したうえで、回
 収した資源の資源的価値を ELP に換算している。

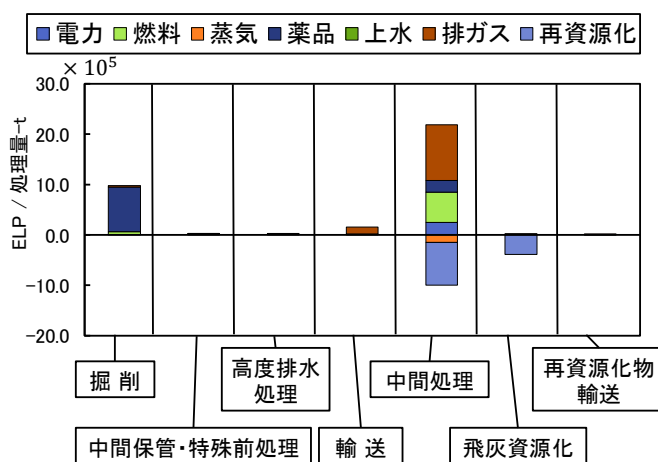


図 3.3.1 工程別の環境負荷の比較 (事業期間平均)

次いで掘削工程における薬品を中心とした環境負荷が高くなっている。これは土壌水分調整、
 粘度調整のために投入されている薬品（生石灰、炭酸カルシウム）の製造にかかる環境負荷が
 要因である。

3.3.3. 中間処理工程における環境負荷の変動

ELP で見ると環境負荷の最も大きい中間処理工程について着目し、その事業期間における推移
 について検討する。

図 3.3.2 の中間処理工程の環境負荷原単位の推移を見ると、2011 年度から増加傾向にある。
 これは廃棄物主体から汚染された土壌主体の比率が上がったことによる燃料増加とそれに伴う
 排ガスの増加があったことと、最終年度に向けて期間内の処理完了とするために、酸素富化を
 2015 年度以降に行ったことによる薬品の環境負荷増加が要因である。

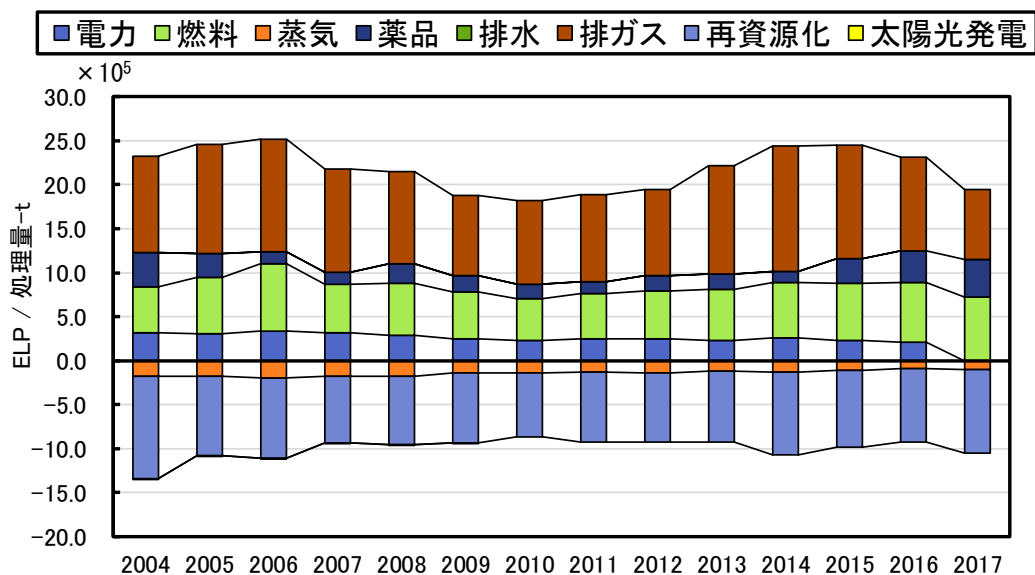


図 3.3.2 中間処理工程の環境負荷推移

3.3.4. 掘削工程における環境負荷の変動

掘削工程の環境負荷の推移について見ると、図 3.3.3 より、環境負荷の構成の大部分を薬品によるものが占めている。

また、図 3.3.3 の掘削工程の環境負荷の推移と図 3.3.4 の薬品投入量の推移を比較すると、図 3.3.4 の炭酸カルシウムの投入量は 2010 年度から 2016 年度にかけて約 413%と大幅に増加しているが、環境負荷への影響は小さい。一方で、生石灰の使用量の増減が掘削工程の薬品による環境負荷に影響している。

炭酸カルシウムの事業終盤にかけての投入量増加は、土壌処理の割合が増えてきたことで、溶融の際の粘度を下げる目的で投入量を増加させたことによるものである。

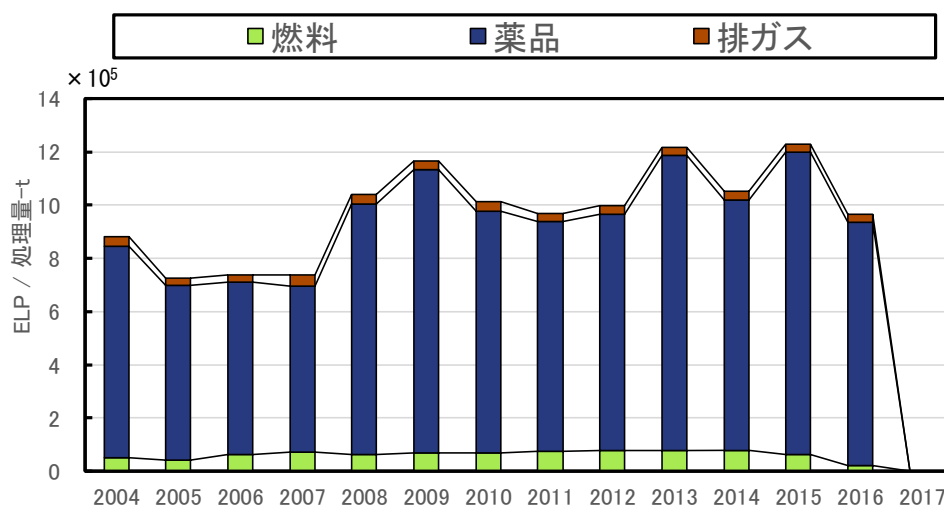


図 3.3.3 掘削工程の環境負荷の推移

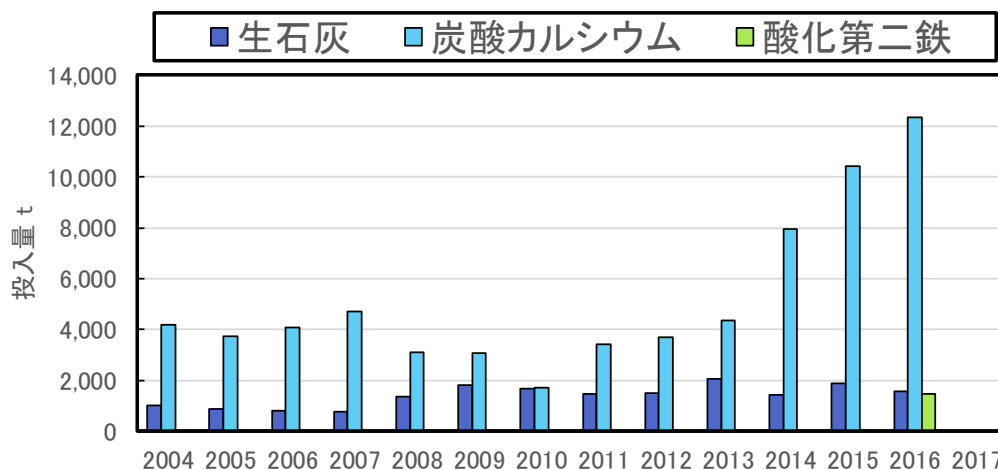


図 3.3.4 薬品投入量の推移

3.3.5. 事業全体の環境負荷原単位の分析

豊島事業全期間の環境性評価の推移を図 3.3.5 に示す。2017 年度は掘削、中間保管・特殊前処理施設、輸送の工程部分が終了し、高度排水処理施設及び中間処理施設以降のプロセスの環境負荷評価となるため、全工程を含む 2016 年度までの事業期間で見ると、環境負荷原単位の平均増加率は約 3.8%と微増傾向となっている。

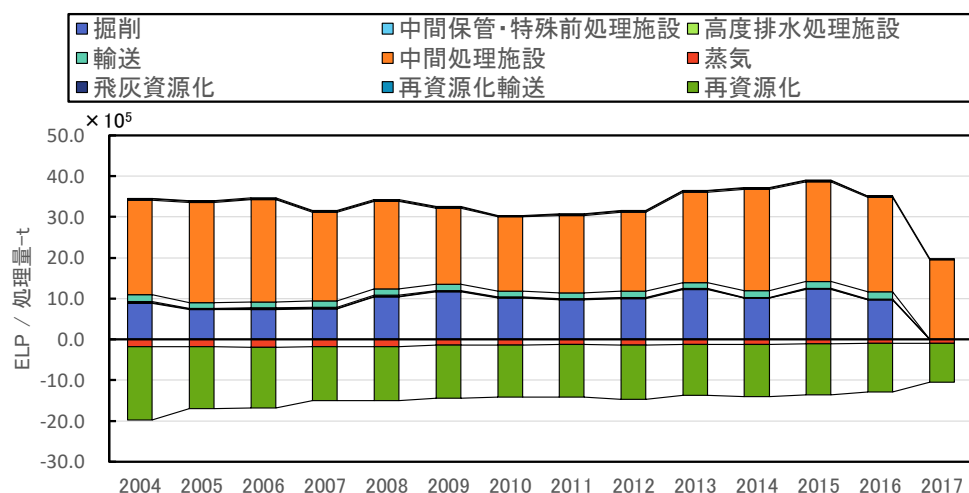


図 3.3.5 豊島事業全工程の環境負荷の推移

この要因としては、環境負荷の割合の最も大きい中間処理施設の環境負荷原単位が増加しており、事業の進捗とともに廃棄物における土壌の混合率が高くなり、全事業期間の中間処理施設の平均増加率が 3.1%となったことや、再資源化による環境負荷の低減効果の面で、金属割合の減少に伴って、平均減少率 4.8%と効果が減少していったことが挙げられる。

また、豊島事業は 2013 年に事業終了予定であったが、当初の想定以上に処理量が増加したため、予定の事業期間内に処理が終わらなくなった。このため、10 年を超えて処理事業を行ってきたことで、施設が老朽化するなどして環境負荷が増大したものと考えられる。加えて、処理のスピードアップのために行った酸素富化も環境負荷原単位の増大の要因となった。一方で、環境負荷の軽減効果として、再資源化と発生蒸気による発電利用分があり、特に中間処理工程により鉄、銅、アルミニウム、スラグ、飛灰が再資源化されており、その効果が大きい。事業期間中、発生した全工程の環境負荷原単位に対して、平均して約 43%の軽減効果があった。

3.4. 豊島事業の経済性評価

3.4.1. コストデータ

豊島事業における各工程のコストとして、環境性評価と同様に 2016 年度の例を示す。

(1) 掘削・運搬工程のコスト

掘削・運搬工程コストを表 3.4.1 に示す。掘削・運搬工程は業務委託であり、作業者の人件費に加え、掘削用の重機や運搬用ダンプトラック等の機材調達ならびにそのメンテナンス費や

燃料費等を一括で5年契約しており、その均等割の1年分を計上している。薬品には、生石灰と消石灰及び酸化第二鉄の計3種類が使われている。生石灰は主に乾燥剤として使われていた。炭酸カルシウムは土壌の年度を下げるために使われていた。高濁度排水に対処するために酸化第二鉄が使われた。

表 3.4.1 掘削・運搬工程のコスト

項目	コスト
業務委託費 円/y	571,675,000
生石灰 円/y	57,489,000
炭酸カルシウム 円/y	140,400,000
酸化第二鉄 円/y	49,248,000

(2) 中間保管・特殊前処理施設のコスト

中間保管・特殊前処理施設のコストを表 3.4.2 に示す。中間保管・特殊前処理施設では、インシヤルコストとして建設費と設備機器費を計上し、13年の運用期間で按分し、1年あたりのコストとして加えた。豊島廃棄物等の処理量増加により、耐用年数は当初想定していた処理期間の10年間を超過し、3年を延長している。また、ランニングコストとして、業務委託分の人件費と点検整備費に加え、消費電力や上水等の用役費を計上している。

表 3.4.2 中間保管・特殊前処理施設のコスト

項目	コスト
建設費 円/y	346,500,000
機器設備費 円/y	325,176,923
業務委託費 円/y	35,644,000
点検設備費 円/y	8,543,000
電力 (自施設消費電力) 円/y	17,028,000
軽油 円/y	10,302,000
上水 円/y	1,382,000

(3) 高度排水処理施設のコスト

高度廃水処理施設のコストを表 3.4.3 に示す。ランニングコストに薬品費等が加わるが、建設費・業務委託費等の扱いは、掘削工程、中間保管・特殊前処理施設と同様である。

表 3.4.3 高度排水処理施設のコスト

項目		コスト
建設費	円/y	1,090,384,615
業務委託費	円/y	17,203,000
点検設備費	円/y	31,835,000
電力 (自施設消費電力)	円/y	9,742,000
塩化第二鉄	円/y	10,198,000
苛性ソーダ	円/y	4,504,000
硫酸	円/y	1,884,000
リン酸	円/y	40,000
メタノール	円/y	1,018,000
次亜塩素酸ソーダ	円/y	45,000
高分子凝集剤	円/y	18,000
脱水助剤	円/y	270,000
消泡剤	円/y	0
活性炭	円/y	2,929,000
ポンシロール	円/y	67,000

(4) 輸送工程のコスト

輸送工程は業務委託費のみであり、表 3.4.4 に示す。

表 3.4.4 輸送工程のコスト

項目		コスト
業務委託費	円/y	531,911,000

(5) 中間処理施設のコスト

中間処理施設のコストを表 3.4.5 に示す。中間処理施設は豊島事業終了後も利用されるため、耐用年数は 15 年としている。コストの計算は、先に示した中間保管・特殊前処理施設等と同様に稼働期間の 13 年間で按分している。豊島事業では、その管理のために香川県からも人員が派遣されているが、その人件費分はこれに含めていない。2015 年度から燃焼用空気の酸素量を高め、酸素富化による処理量アップを目的とした液化酸素ガスが導入されている。

表 3.4.5 中間処理施設のコスト

項目		コスト
建設費	円/y	1,114,615,385
太陽光施設	円/y	7,378,026
業務委託費	円/y	346,955,000
点検整備費	円/y	613,001,000
電力 (自施設消費電力)	円/y	241,528,000
重油	円/y	850026,000
上水	円/y	19,866,000
純水	円/y	1,745,000
炭酸カルシウム	円/y	26,215,000
苛性ソーダ	円/y	65,404,000
消石灰	円/y	37,392,000
活性炭	円/y	813,000
HCL 試薬	円/y	0
ポリ塩化アルミニウム(PAC)	円/y	9,981,000
次亜塩素酸ソーダ	円/y	207,000
高分子凝集剤	円/y	310,000
高分子凝集剤	円/y	1,428,000
ボイラー清缶剤	円/y	37,000
ボイラー脱酸素剤	円/y	205,000
ボイラー満水保缶剤	円/y	256,000
プラント機器冷却水薬品	円/y	4,491,000
溶融炉機器冷却水薬品	円/y	11,163,000
液化酸素ガス	円/y	417,750,000

(6) 再資源化輸送工程のコスト

再資源化物の輸送のコストについて表 3.4.6 に示す。スラグに関しては、中間処理施設から各ストックヤードまでの輸送が業務委託費で行われている。ストックヤード代に関して、小豆以外のストックヤードは香川県の保有地を利用しており、小豆 SS は 170,000 円/y である。鉄、銅に関しては、三菱マテリアルの敷地内のストックヤードまで三菱マテリアルが負担している

ため、ここでは計上していない。また、海上輸送、飛灰資源化工程の業務委託費を表 3.4.7 に示す。

表 3.4.6 再資源化物輸送のコスト

項目	コスト
ストックヤード代 円/y	2,040,000
業務委託費 円/y	179,511,000

表 3.4.7 海上輸送・飛灰資源化工程の業務委託費

項目	コスト
ストックヤード代 円/y	354,959,000
業務委託費 円/y	155,496,000

3.4.2. 工程別の経済性評価の比較

豊島事業の経済性評価にあたって、2016 年度における各工程の処理費用原単位の比較を図 3.4.1 に示す。

特に中間処理工程の処理費用原単位は他の工程と比べ大きいいため、別のスケールで示す。中間処理工程は、次いで大きな処理費用原単位である掘削工程の 4 倍以上となっており、その中でも投入エネルギー、イニシャルコスト（建設・設備費）、点検整備費が大部分を占めている。

環境性評価の項において、中間処理施設の占める割合が高いことを示したが、経済性評価では、より中間処理施設の割合が大きいことがわかる。

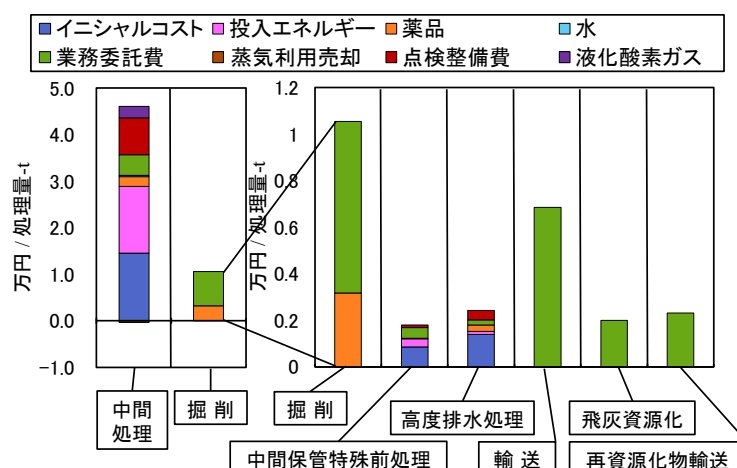


図 3.4.1 2016 年度の各工程の処理費用原単位の比較

3.4.3. 中間処理工程における経済性の変動

図 3.4.2 は中間処理工程の処理費用原単位の推移である。前提条件として、建設費・設備機器費などのイニシャルコストの原単位は、2004 年から 2016 年の 13 年間で按分した金額を処理量あたりで算出しており、年間処理量によって変動するが、基本的に大きな変動はない。

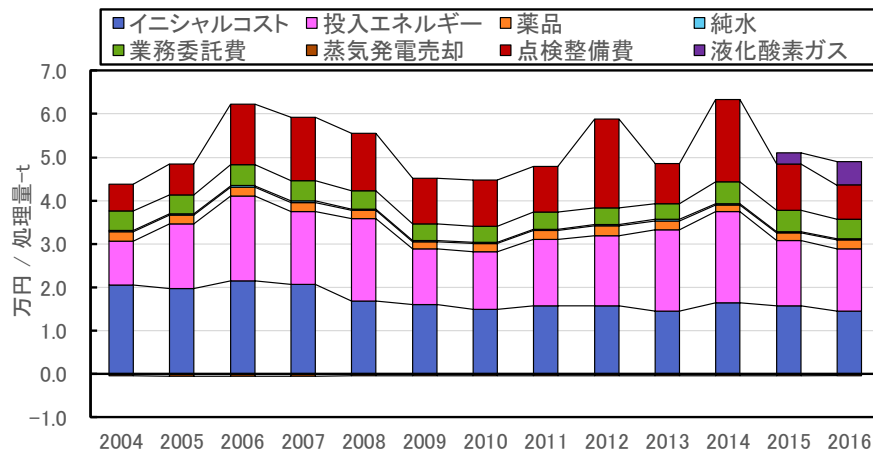


図 3.4.2 中間処理工程の処理費用原単位の推移

変動の大きくなる要素としては、施設の大規模改修を伴う点検整備費の原単位の増減があげられる。中間処理施設の点検整備費の内訳の比較を図 3.4.3 に示す。この推移の中の 2006 年度の増大は、熔融炉耐火物張り替え等の大規模改修が必要となったためである。

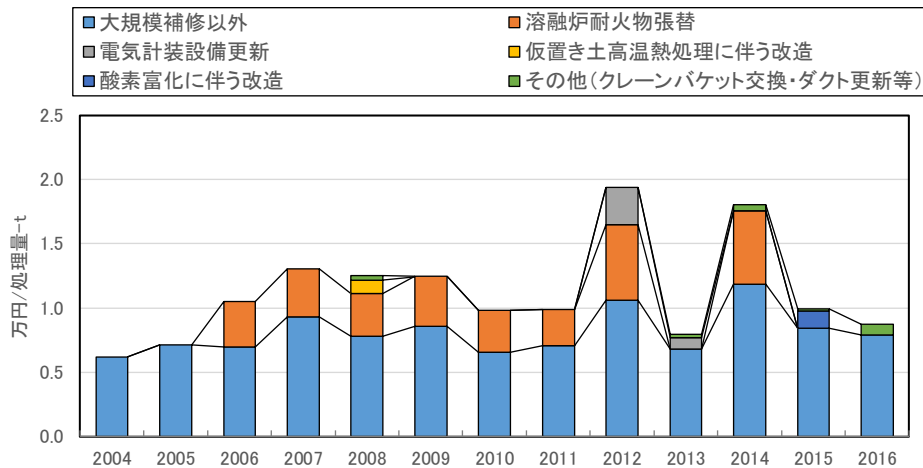


図 3.4.3 中間処理施設の点検整備費の内訳

以後、毎年耐火レンガ等の張り替えなどの大規模改修が行われている。2012年度には、処理事業期間の延長を受けて、電気計装設備更新などの大規模改修が行われたことで大きく増大した。また、2017年の撤去完了以降も長期にわたって使用が見込まれる高度排水処理施設については、2014年度に大規模改修が行われている。2015、2016年度に新たな項目として酸素富化に伴う改造が追加されているが、これは期間内に中間処理を完了させるための措置としてとられたものである。

3.4.4. 掘削工程における経済性の変動

続いて、中間処理に次いで処理費用原単位の大きい掘削工程について分析する。図 3.4.4 を見ると、2015年度の掘削工程の処理費用原単位について、2014年度と比較して業務委託費が大幅に増加している。この原因として、事業進捗に伴い、掘削完了面積が広がるとともに掘削面の高さが低下したことで、運搬作業路の工事等が必要となり、これらの業務委託費用は掘削量に関係しないことから原単位が増加したものと推察される。

図 3.4.5 は、業務委託費が大きく増加する前の2014年度と、掘削工程では最終年度となる2016年度の処分地の様子であるが、2014年度にはなかった橋梁や作業路等が設置されたことがわかる。

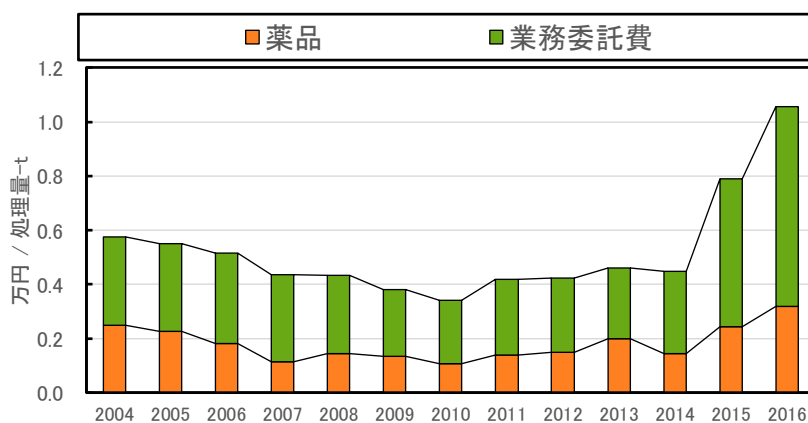


図 3.4.4 掘削工程の処理費用原単位の推移



図 3.4.5 2014年と2016年の豊島処分地の比較

3.4.5. 事業全体の経済性の変動傾向

これまでに述べた各工程の処理費用原単位を踏まえ、豊島事業全体の処理費用原単位の推移を図 3.4.6 に示す。前提条件として、イニシャルコストは2004年から2016年の13年間で按分した金額を処理量あたりで算出している。変動の大きな要素は中間処理工程であり、その内訳は、大規模補修など逐次必要となった支出に対応したものが要因である。

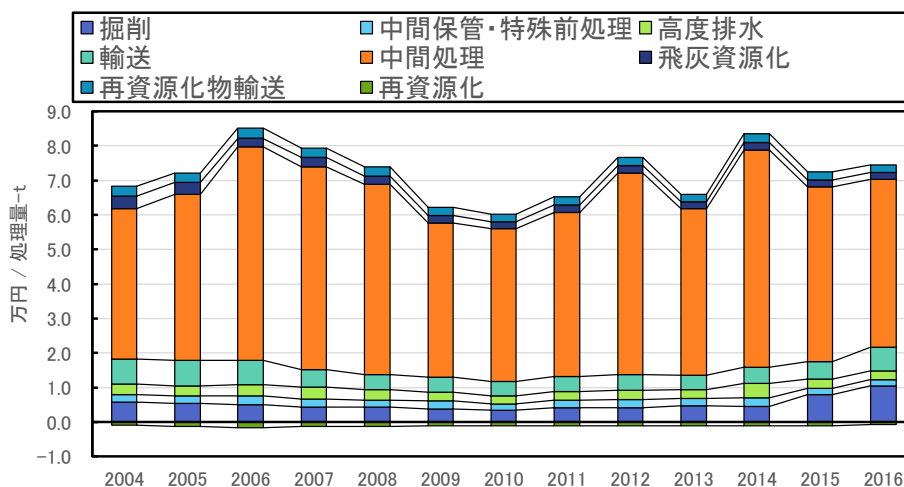


図 3.4.6 豊島事業の処理費用原単位の推移

3.5. 豊島事業の環境性・経済性の総合的評価

豊島事業の環境性と経済性の面双方を考慮した事業の評価にあたり、不法投棄された廃棄物と通常の一般廃棄物処理施設との環境負荷原単位及び処理費用原単位の比較[中野, 井口ほか,

2018]⁴⁾を図 3.5.1 に示す。

金属・プラスチック類の分別回収されたごみの処理を行う一般廃棄物処理施設と比較し、土壌を含む産業廃棄物主体の豊島事業では、処理対象物の性状が大きく異なるという前提を踏まえても、環境性では約3~4倍の環境負荷原単位を示しており、経済性の面では約3~5倍の処理費用原単位であることが示されている。

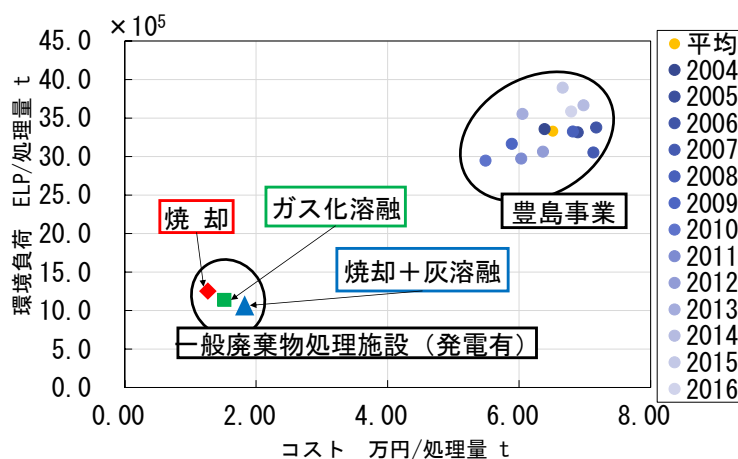


図 3.5.1 豊島事業の一般廃棄物処理施設との比較

3.5.1. 豊島事業の環境性・経済性評価の推移

豊島事業の環境性・経済性の推移に着目すると、2010年度までは、環境負荷・処理費用原単位ともに低減していったが、当初見込みと比べ処理量が増加したことで施設老朽化等の要因により、2011年度以降、増大に転じていった。

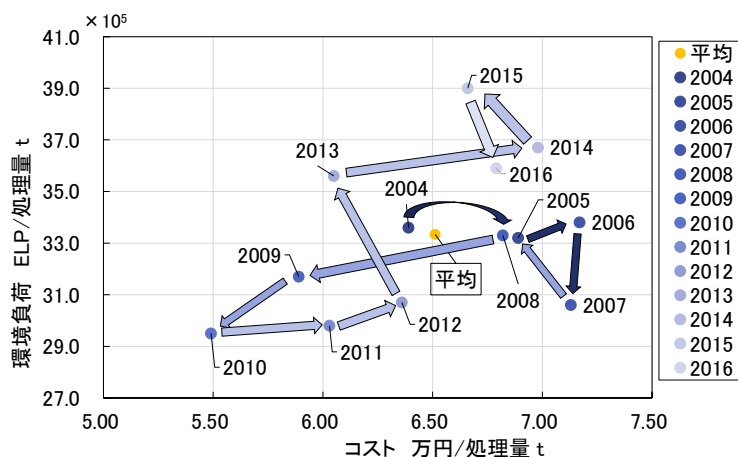


図 3.5.2 豊島事業の環境負荷・費用原単位の推移

ただし、爆発事故等の不測の事態に対処しながら行ってきた事業であり、通常の一般廃棄物処理施設と比較し、大規模改修が早いタイミングで行わざるをえない状況となったことや、投入物の性状が、廃棄物主体から土壌主体に変化してきたことで、事業後半には環境負荷・処理費用原単位ともに悪化していったと考えられる。

3.6. 第3章の総括・応用への課題

第3章は、豊島事業の範囲を区切り、その中で検討を行ったものであるが、結果は通常の一般廃棄物処理事業の数倍にも相当する環境負荷と費用であるとの結論に至った。本来であれば、必要の無い掘削工程、高度浄水処理工程に加えて、中間処理工程においても、自然する一般廃棄物と異なり、土壌と産廃が混在した処理物は、熔融処理において大量の燃料が必要となったことで、環境負荷と費用を増大させた。一方で、中間処理工程の熔融処理による再資源化等の取り組みによって、環境負荷を大きく軽減させたプラスの要素も評価できた。注意したい点として、本事業に至るまでに排出された環境負荷、環境アセスメント調査や、暫定的な環境保全措置などの負荷やコストは含まれていない。加えて、我々の評価範囲は、処理事業の一部を切り出して比較したもので、事件に伴って発生した環境生態系への被害や、それにとまなう水産漁業・農業といった地域経済損失、地域住民や行政職員が費やした時間・マンパワー等の社会的損失は含まれていない。

豊島事件は、我が国が循環型社会へと進む契機となった事件であり、本来、適正に処理されていればかけることのでなかった環境負荷やコストを、不適正処理の是正から熱回収、再生利用とさかのぼってやり直しとして、発生させたものである。本研究は、発生抑制・再使用・再生利用・熱回収・適正処理という優先順位を上流工程から守ることと、未然防止原則の重要性を定量的な評価により示したのちと考える。

第3章の豊島事業の事例では、長期にわたる事業において、当初の計画から変化してきたものも環境性・経済性評価の一貫した指標で評価することにより、事業の内容と結果に住民・行政が共に納得する形で事業遂行が可能となった。公害調停最終合意で示した豊島事業の環境価値、つまり二次公害を出さずに撤去・再生利用を行うという目標設定に対して、事業進捗管理の評価軸によって、環境負荷の変動に対する説明への納得、経済性については、住民はもちろん香川県にとっても県民に対する費用負担に対する許容という点でも活用された。事業期間にわたって事業進捗管理の評価軸を示すことにより、共創プラットフォームにおけるプロトコルの共有がなされたものである。

豊島事業は、環境価値としての二次公害を出さず撤去と再生利用をするというあるべき姿を描いたことで、環境性評価・経済性評価という専門家として対応可能な範囲での評価軸の設定

を行うことができた。より大規模かつ複雑な問題に対する応用としては、豊島事業と同様の評価軸が適用できない可能性がある。しかし、情報系基盤としての各ステークホルダーが適切であると合意した評価軸と、情報可視化による理解と双方向のコミュニケーションの促進については、共創におけるプラットフォームのプロトコルの共有を行うために必要とされる要素である。

参考文献

- [1] 永田勝也、服部君弥、横田隆一郎、嬉野通弥、「LCA におけるインパクトアセスメント手法の開発（その1）－指標統合化のためのカテゴリー重要度の推定について－」、環境工学総合シンポジウム'95 講演論文集, No.5, p.151～154、日本機械学会、1995
- [2] PandyaswargoA.H, OnodaHiroshi, NagataKatsuya, “Energy recovery potential and life cycle impact assessment of municipal solid waste management technologies in Asian countries using ELP model” International Journal of Energy and Environmental Engineering, 2012, 3(1), p.1 - 11, 2012.
- [3] 小野田弘士、「焼却灰の処理及びリサイクルに係る LCA 評価」、都市清掃、63(297), p.17～22、2010
- [4] 中野健太郎、井口琢郎、永井祐二、小野田弘士、永田勝也、「豊島廃棄物等処理事業環境性・経済性の評価」（口頭発表）、第 28 回環境工学総合シンポジウム 2018、28 巻、日本機械学会、2018

第4章

豊島共創プラットフォームにおける情報可視化システムの開発

豊島事業の住民と行政の関係性構築を P2M 的に分析した第 2 章では、公害調停最終合意の調停項目の達成をプログラムとして捉えた際のプログラム推進に係るプラットフォームマネジメントとして、情報系価値基盤の強化を行ってきたことを示した。

P2M におけるプラットフォームは、[小原, 2003]^[4]によれば、「プログラムに参加するメンバーの環境インフラを意味する。その基本仕様標準は、人間系、情報系、文化系、に関する知的財産を利用するために、知識、情報の資源利用のフローアクセスと新たな経験や知見をストックさせる構造と機能を充足する。プラットフォームのデザインは、メンバーの人的交流を促進し、コラボレーションによる知識生産性を高める重要な手段となる。」と定義されている。さらに[田隈, 2014]^[5]は 3S モデルと関連付け、「プログラムの 3S モデル全体を、価値創造活動で必要な規範・ルール・人的交流・情報処理等を提供することで支援する仕組み」と述べている。本研究は、豊島事業のミッション達成に向けて、行政と住民という相対する利害関係者が互いに事業進捗状況の情報を理解し、利害調整を行っていくための支援ツールとして、定量データをイメージ・評価指標として示す情報可視化システムを作成し、住民と行政の共創を情報面で支援する地域情報プラットフォームとして位置付けた。

4.1. 第 4 章の目的

第 4 章は、共創を実効性あるものとするための開発として、理解増進のための可視化の開発内容と情報系基盤における実装内容を示す。表 4.1.1 の豊島事業の 3S モデルにおける本章の研究開発内容の位置付けは、情報系基盤要素/モデルのうち、廃棄物撤去状況の測定・可視化の部分に該当する。本研究では廃棄物撤去状況の測定・可視化について焦点を当て、その具体的手法とプラットフォームマネジメント上の機能について示す。

具体的には、豊島事業のミッション達成に向けて、行政と住民という相対する利害関係者が互いに事業進捗状況の情報を理解し、利害調整を行い、合意形成を行っていくための情報支援ツールを開発する。

豊島事業の GPS 測量等を用いることによる処理量を定量データとして把握し、3D モデルによる可視化・評価指標として示す情報可視化システムを開発する。香川県と住民以外の第三者として事業進捗状況の分析手段を提供する。

表 4.1.1 豊島事業の 3S モデルにおける情報系基盤の要素と位置付け

情報系基盤要素/モデル	スキームモデル	システムモデル	サービスモデル
環境性・経済性評価	不法投棄された廃棄物の全撤去・無害化に係る目標設定と結果としてもたらされる環境的・経済的負担の明示	環境性・経済性のモニタリングデータからその評価を数値化するシステムの構築	環境性・経済性評価と評価指標提示による事業モニタリングの支援とコミュニケーション活性

情報系基盤要素/モデル	スキームモデル	システムモデル	サービスモデル
廃棄物撤去状況の測定・可視化	撤去状況・原状回復のQCD 検討材料	撤去状況モニタリング・原状回復シミュレーションシステムの構築	進捗・原状回復の安全性評価と跡地返還に向けた知識創造・知識集積・コミュニケーション活性

香川県ではない第三者が処理量データを計測することで、香川県の持つ処理量データと突き合わせ、適正に処理が行われているかを住民が確認することができる。また、事業終盤には、廃棄物の撤去完了後の跡地利用について、豊島処分地返還後のイメージを、GPS 測定の 3D モデルを元に作成し、処理完了後の跡地返還地形を検討するにあたって必要な定量データを可視化することを目的とした情報支援ツールと情報アーカイブの開発を行う。

事業進捗に伴って変化してきた情報支援ツールの役割だが、これによって香川県と住民のステークホルダー間の情報の非対称性を解消し、コミュニケーション活性や課題解決、対等な関係性構築等の知識創造を図ることを目的とする。

4.2. 共創プラットフォームにおける情報可視化システムの位置付け

[小原, 2011]^[7]は、P2M 理論におけるプラットフォームの基本仕様標準を「人間系、情報系、文化系に関する知的資産を利用するために、知識、情報の資源利用のフローアクセスと新たな経験や知見をストックさせる機能を充足する。プラットフォームのデザインは、人的交流を促進し、コラボレーションによる知識生産性を高める重要な手段となる」と定義している。そして、「プラットフォームマネジメントは、プログラム全体の組織的能力を支援し、価値創造の基盤を強化する管理活動である」として、そのプラットフォームの機能設計・ルール・方向性を示している。小原のプラットフォームマネジメントの実装機能一覧^[7]より、豊島事業における地域情報プラットフォームがプラットフォームマネジメントの機能として該当する要素を図 4.2.1 に示す。

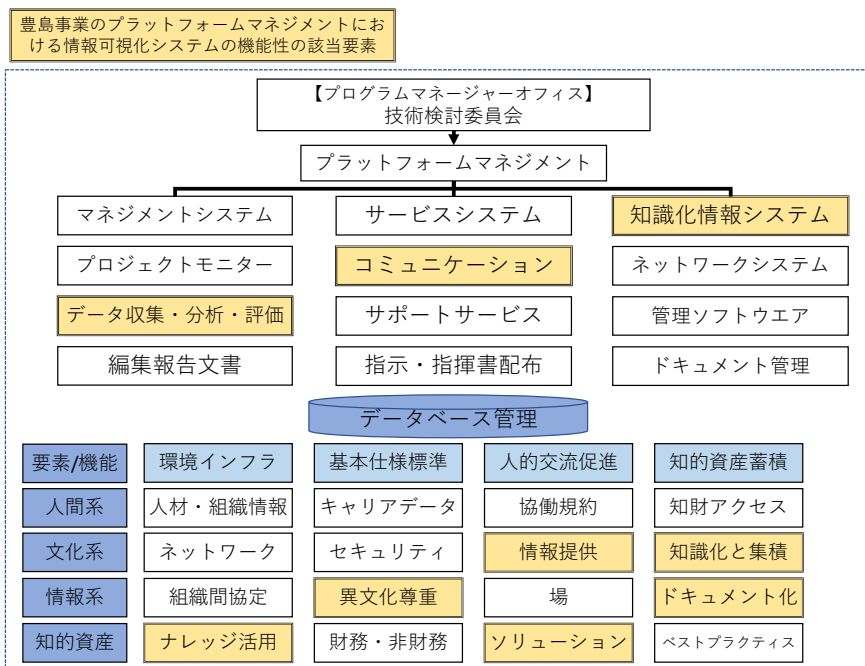


図 4.2.1 豊島事業のプラットフォームマネジメントにおける機能性の要素一覧

本研究で示す情報可視化システムは、後述する GPS 等の測量により計測したデータの分析・評価を行い、定量データを整理し、視覚化することで、行政側には事業マネジメントを行う上で、モニタリング情報として豊島事業のマネジメントシステムに活用された。住民側には事業進捗やモニタリング等の定量情報を視覚化することで理解しやすい情報として示し、行政と住民のコミュニケーションにおいて、議論の中心部分、例えば後述する水没範囲で言えばどの条件でどの範囲が水没するかを図示することによって、数値情報や文章等の言語情報のみの、受け取る個人によって印象の異なる情報ではない、共通認識の持てる情報として議論を活性化し、効率的なコミュニケーションを可能とした。また、本研究の計測データのアーカイブは、豊島事業の過去からの事業経過を記録した情報であり、廃棄物が撤去された現在、処理終了後の未来を見据え、跡地が瀬戸内海国立公園にふさわしいものとなるための検討及び豊島事件の住民の戦いの記憶・記録を後世に伝える手法、地域振興の検討を行っており、その検討材料として、これらの計測データ・可視化された情報等のアーカイブを知識資源として活用し、過去の航空写真による地形情報と併せ、現在の掘削現場の高度情報による跡地の形状想定等の新たな知識創造・ソリューションの提示に資する取組を行っている。

[中山, 亀山, 2014]¹⁸⁾の示した地域創発型プラットフォームを支援する3つのプラットフォーム（内部構造）を参考にした第2章で示した豊島事業の共創プラットフォームにおける価値

基盤の中で、図 4.2.2 の赤い点線部の①情報系基盤が本研究の中心部分となる。この部分は、豊島事業における掘削状況の調査を継続的に実施してきた成果を、住民や地域サポーターに直感的に理解することが可能な計測情報の 3D 処理の評価結果を情報共有していくことで、共創プラットフォームの情報系価値基盤の機能の一端を担ってきた。

具体的に計測されてきた定量データとそれを可視化する情報システムの取り組みから、地域住民と行政の合意形成に資する情報系基盤の強化とプラットフォームマネジメントでの機能を示す。

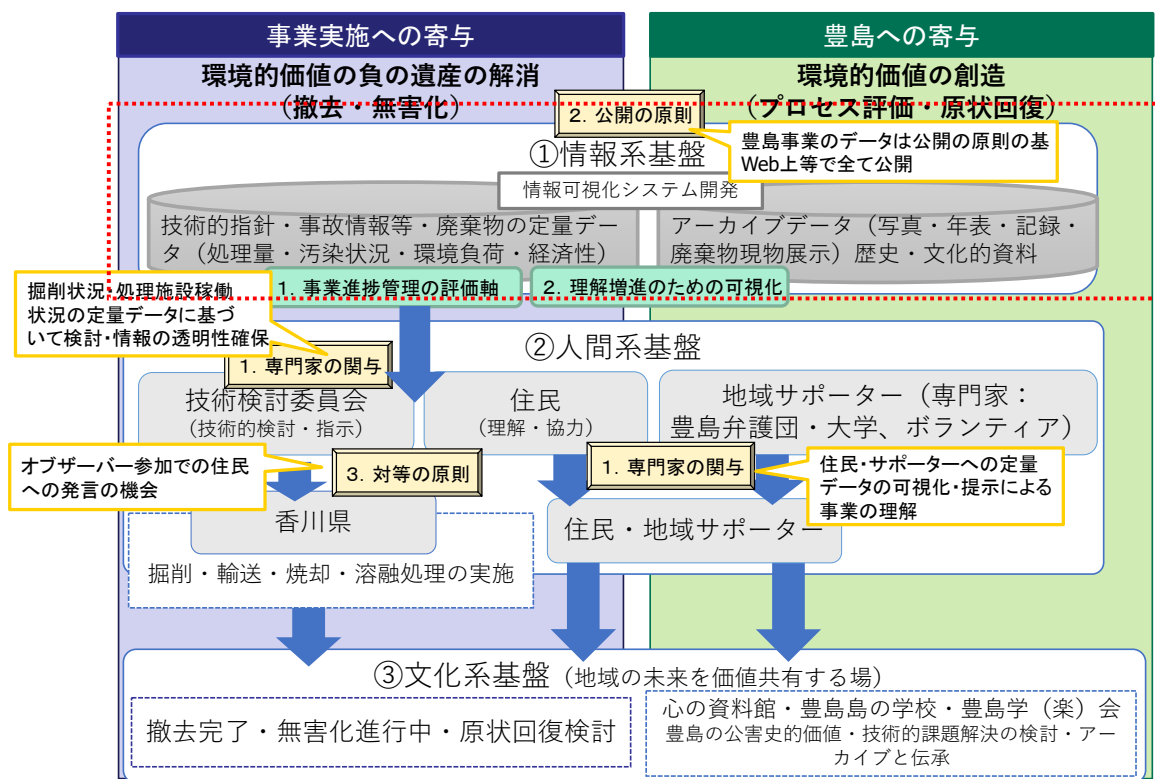


図 4.2.2 豊島事業の「共創」プラットフォーム概要図

合意形成を支援するツールを、[猪原, 2011]^[9]は、「コミュニケーション手段提供型」、「合意プロセス支援型」、「合意形成プロセス代行型」の3つであり、それらに求められる機能として、以下の通り提案している。

- (1) 合理的な意思決定モデルをもつこと
- (2) 参加者間のコミュニケーション手段をもつこと
- (3) 発散的思考と収束的思考を支援すること

- (4) 価値判断のトレードオフ分析手段をもつこと
- (5) 多角的な分析手段をもつこと
- (6) 最終的な合意結果を正当化する理由付けができること
- (7) 合意形成に至るまでのプロセスを重視すること
- (8) 合意結果に対する総合的な評価ができること
- (9) 情報技術を利用し、話し合いの効率化を図ること

本研究で進めてきた情報可視化システムの開発及びプラットフォームにおける情報系基盤の強化は、以上のうち、情報技術を利用して、事業主体である香川県からの情報だけではない多角的な分析手段を提供し、合理的な意思決定を支援し、定量的な情報提供を通じて、価値判断のトレードオフ分析、今後最終的な事業終了局面で合意がなされる際の総合的な評価に資するために実施されてきたものである。

本研究の事例では、香川県はトラックスケールによる搬出重量を計測していたため、それとは異なる定量的な計測手法として、体積を定量的に把握することと少人数・非熟練者（学生）でも運用可能な計測方法が求められた。また、行政と住民を専門家が支援する豊島事業の枠組みでは、膨大な情報を理解・把握するために、参加者間のコミュニケーション手段として有用な情報システムを開発する必要があった。本研究は、行政と住民が共通した認識をもつための手段として、前述の計測データの情報可視化を行うことで、その課題解決を試みた。

これらの専門家として提示してきた計測・評価・分析データは、行政だけではない多角的な分析手段となり、意思決定における合理的な理由付けの根拠となるデータとして活用された。

〔出口, 2013〕^[10]によれば、今日の大規模で複雑化した社会の中では、社会での実践や合意形成に至るまで、領域を越えた知を繋ぎ、一つのプログラムを構成する領域透過的でトランスレーショナルな知の構成が要求されるとしている。

〔田隈, 2014〕^[5]が示している P2M におけるコミュニティ形成に求められる機能として、5つの機能を挙げているうち、(1) 参加者の目的・関心・経験・場を共有する機能、(3) 情報交流によるインセンティブ付与、(4) メンバー間の合意形成プロセスの効率化・合理化・可視化の支援・代行の3つを本研究の成果で提供でき、領域透過的な知の構成を実現するためのコミュニティ形成にも資すると考える。

公害調停最終合意で明確に示されていない最終的な土地返還の姿について、現在進行形の課題として、事業進捗により、撤去完了後の掘削底面の水没可能性等が明らかとなったことから、「ありたい姿」である跡地が瀬戸内海国立公園にふさわしいものとなるために解決していかなければならない課題が出てきた。本研究では、行政と住民によって合意形成が今後必要となるから、これまで我々の計測・分析してきた情報により、土木・環境再生の専門家等の新たな知をつないでいくことで、公害調停最終合意から続く豊島事業のプログラムとしての最終的な

形についての合意形成を支援するための手法を提示する。

4.3. 豊島事業の事業マネジメントにおける多角的な分析手段としての 3D データ基盤構築

豊島処分地の測量は、事業開始当初から環境的価値の負の遺産の解消（撤去・無害化）に資するために、処理量を定量的に計測し、行政・住民が進行状況を視覚的に理解・確認していく用途に用いられてきた。本来行政が行うべきことではあるが、豊島処分地の暫定保全措置の及び応用地質によるボーリング調査の際、適切に計測されているか監視をしてきたことから、公害調停最終合意で謳われている「共創」は無条件に全幅の信頼を相手に寄せるものではなく、対等な関係で事業が適切に遂行されているかをチェックしつつ行う必要があった。住民は行政から提供される撤去量（重量ベース）だけではなく、本研究における廃棄物面の GPS 測量による位置情報の定期的計測、3D モデル化、期間中の撤去量の土量計算を行うことで廃棄物の撤去量（体積ベース）を把握することで、進捗状況を多角的に検証することを目的とした。

その技術選定には、体積ベースの測定手法であり、測定情報を利用して 3D モデル化することが可能な測量手法とし、その中で事業予算の枠組み、担い手となる研究者・学生（非熟練者）でも可能な技術という制約があったことから、GPS 測量を選定した。

事業開始当初は GPS 測量により実施されたが、終盤には地形条件の変化による安全性確保が必要となったことから、電池・デジタルカメラ・制御技術の向上により利用可能となった、UAV（Unmanned Aerial Vehicle：無人航空機）によるオルソ測量へと変遷してきた。

4.3.1. 豊島廃棄物処分地において実施した GPS 測量手法

測量手法については、当初の地形条件においては、先行研究で示している経済的な優位性を勘案し、GPS 測量を採用した[永田ら, 2007]^[11]。測量開始当時、基準点との通信に使用する携帯電話の通信が不安定なため、後処理キネマティック（Post Process Kinematics）方式による高精度測量を実施した。

GPS 測量は通常 GPS 受信機 2 台を用いる RTK(Real Time Kinematics)方式が一般的であるが、サービスプロバイダから測定した時間と同じ時間帯における近傍の実電子基準点のデータの提供を受けることで GPS 受信機 1 台での測位が可能であり、導入コストが半減する。

また、豊島事業のように形状の複雑な掘削現場の測量では、数多くの地点（数百点）を測位する必要があることから、1 地点あたり 1 秒～10 秒程度の観測で測位可能な GPS 測量が対象地のような現場の測量には向いていると考え、採用した。測量は年間 4 回と定期的に行った。

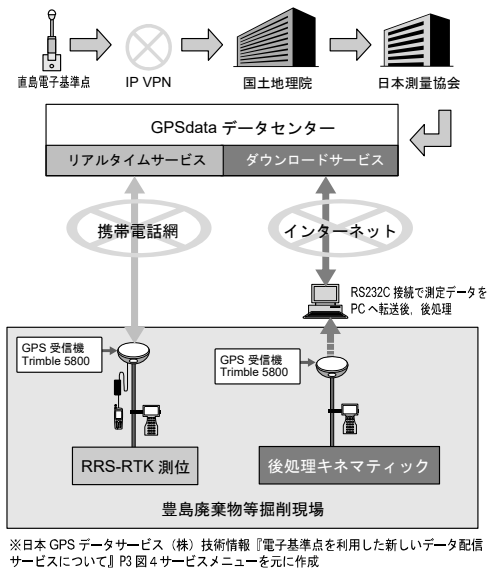


図 4.3.1 後処理キネマティック方式^[11]

4.3.2. GPS 測量から 3D モデル作成

測定データの解析で得られたコンターデータから 3D モデルの作成プロセスを示す^[11]。

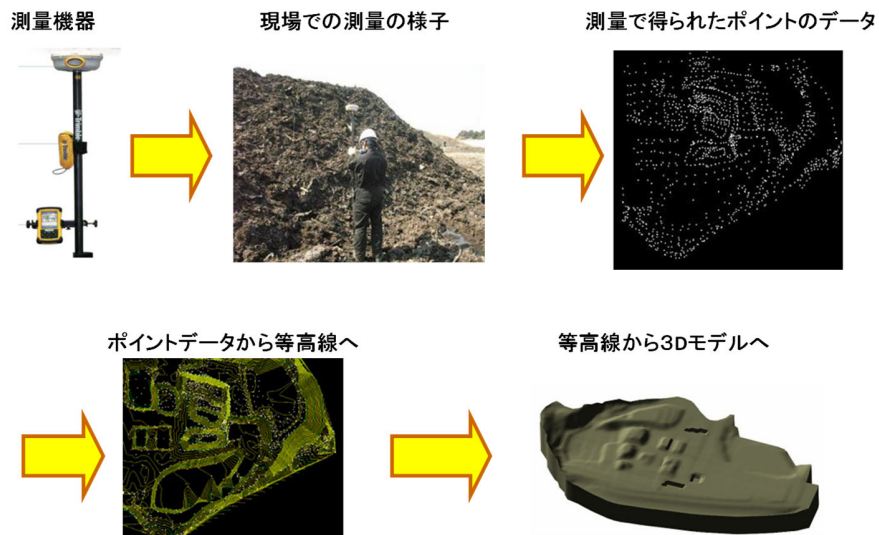


図 4.3.2 GPS 測量から 3D モデル作成

事業が進捗するに伴い、汚染状況により深く掘削される坪掘状の深い穴が多数出現し、人の踏み込めない危険な場所の測定の困難などが事業終盤において顕在化した^{[梅澤ら, 2016]^[12]}

(図 4.3.3)。そのため、事業終盤には、UAV によるオルソ測量を実施することとなった。

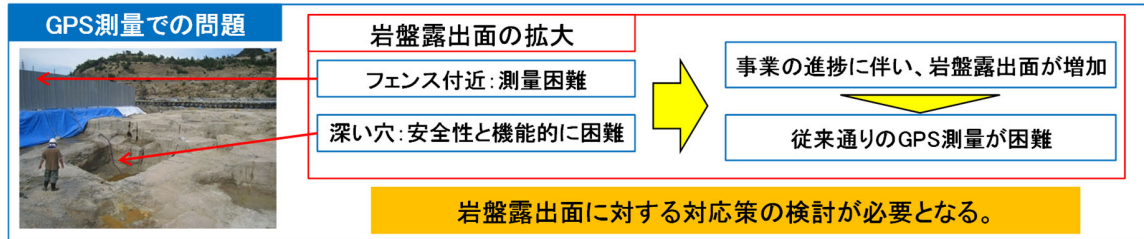


図 4.3.3 事業進捗により顕在化した GPS 測量の課題

4.3.3. UAV オルソ測量

前項の GPS 測量の課題が顕在化してきた事業終盤には、UAV（無人航空機）によるオルソ測量を実施した。UAV オルソ測量は、航空写真測量の手法の一つであり、日本写真測量発達史年表[写真測量発達史委員会, 1972]^[13]によれば、本邦においては、写真測量は 1904 年に中村清二博士が写真測量を始めて紹介した。技術としては古く、写真技術が発明されてまもなく確立した技術である。近年のデジタルカメラの高性能化、高密度電池、制御技術の発展による UAV の入手性の高さにより、安価に測量が可能となったことと、GPS 測量で問題となった深い穴等を測量するために UAV オルソ測量を併用した。

UAV オルソ測量は UAV を豊島廃棄物処分地上空で飛行させ、上空からの航空写真をもとに地表面を測定する手法である。実際に先行研究[梅澤ら, 2016]^[12]で示されている UAV を処分地上空で飛行させるまでの流れを図 4.3.4 に示す。



図 4.3.4 UAV による 3D 航空写真測量の概要

絶対的な位置を合わせるために、地上に基準点となる航空標識を設置し、中心部を VRS (Virtual Reference Station : 仮想基準点) -RTK 方式により高精度で測量する。次に UAV を上空で飛行させるための飛行計画を作成する。作成した飛行計画をもとに UAV を離陸させ、一定間隔での写真撮影を行う (図 4.3.5)。

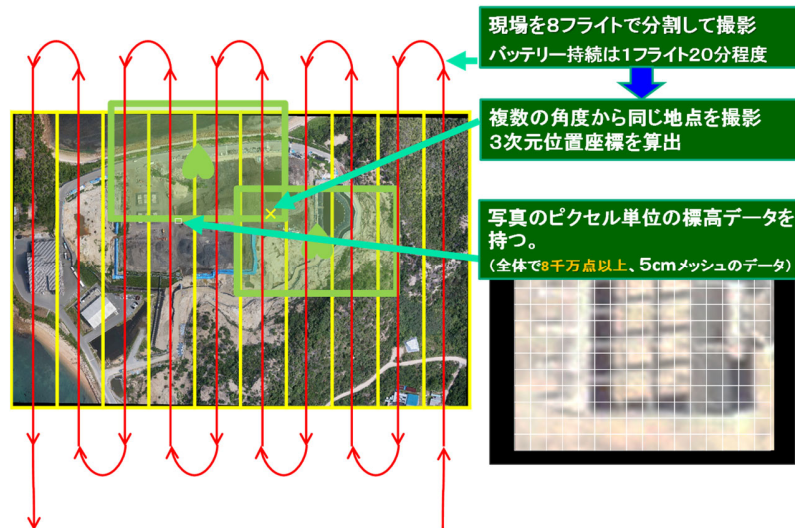


図 4.3.5 UAV による 3D 航空写真測量手法

複数の角度から同じ地点を撮影することによって、3次元位置座標を算出し、現場全体を 5cm メッシュで 5 千万点以上のポイントデータを取得している。解析によって得られたポイントデータによる 3D 点群データから、GPS 測量と同様に等高線を作成し、3D モデルを作成することにより、TP=0m からの体積を算出している。



図 4.3.6 UAV オルソ測量からの 3D モデル作成プロセス

4.4. 3D モデルデータを活用した豊島事業の分析・住民対話への活用

4.4.1. GPS 測量による処理事業の進捗状況の数値化

GPS 測量による豊島事業の進捗状況の分析については、筆者らの先行研究[中野ら, 2019]^[2]で例示されているものを以下に示す。採掘進行状況及び廃棄物の残存量を 3D モデルや数値データにより示し、補助的な説明を加え、事業の進捗を視覚的に示している。我々が計測してきた測量データと行政の廃棄物コンテナ輸送量との比較により、住民が作業進捗状況を確認できるツールとして提示している。香川県のコンテナ輸送量（重量ベース）の体積換算データと測量によって算出した体積データの誤差を県と住民双方が確認し、掘削処理量の信頼性を確保していった。



図 4.4.1 豊島処分地の地形の年間推移

表 4.4.1 2015 年度及び 2016 年度の処理量比較

測量日	コンテナ 輸送量 m ³	測量体積 m ³				場内移動 廃棄物等 m ³
		全体	誤差 % (膨張率考慮)	誤差 %	誤差 %	
2015/12/27~ 2016/4/2	10,062	9,389	6.69	9,539	5.20	1,972
2016/4/3~7/23	13,156	11,512	12.50	11,669	11.31	4,212
2016/7/24~ 10/15	8,993	8,544	4.99	9,315	-3.58	6,775
10/16~ 2017/1/8	13,195	12,396	6.05	14,044	-6.44	12,257

4.4.2. 情報可視化システムによる合意形成のマネジメント

図 4.4.1 にも掘削完了エリアが示されているが、この頃の処分地では、完了箇所をつぼ掘の深い部分に水がたまり、浸水・水没が住民の懸念事項として新たに出てきた。

これまで、撤去・無害化により事業が完了すると単純に想定されてきたが、汚染土壌掘削に

よる底面の低下により、不透明であった返還後の姿について、歴史的な変遷を踏まえ、いくつかのシナリオを想定することが必要となった。そのため、我々は過去の写真資料・測定データを用いて跡地形形状のシミュレーションを行い、行政と住民双方の判断材料となる分析を行った。

(1) 過去の地形の情報資産活用によるコミュニケーション事例

事業の終盤になると、廃棄物や汚染土壌の掘削が完了する場所がでてきた。そこで問題となったのが、掘削された場所のどこまで水没するかということである。豊島処分地の歴史的経緯として、当初は北側に砂浜の広がる自然海岸であったところに、不法投棄を行う前の事業者が海砂・砂利を採取し、その後、陸上の山土を削ってシルトを海面に投棄し、磯焼け防止のために土堰堤を築いて、現在の地形に近い形となった。そのため、部分的に海面より低い場所がでてくることが想定された。住民の記憶だけでは正確な年代や掘削範囲は正確にわからないことから、住民側である豊島廃棄物対策住民会議から我々研究者に過去の地形情報の調査が依頼された。過去の地形情報については、国土地理院の豊島処分地空撮写真の変遷からの分析に加え、当時を知る住民にヒアリングを行うことにより地形記憶の再構築を行った。

現場の写真で、もっとも古い空撮は、戦後まもなくの米軍の空撮(図 4.4.2)であり、その後、1960年代(図 4.4.3)、70年代(図 4.4.4)、90年代(図 4.4.5, 図 4.4.6)にも撮影されているが、本研究ではこれらを可能な限り、その海岸線や半島等の地形形状を重ね合わせて同一の角度で編集した(2014年以前の空撮及び古地図は国土地理院のデータを編集加工している)。



図 4.4.2 1948年 戦後米軍による空撮(着色)



図 4.4.3 1966年 国土地理院による空撮（着色）



図 4.4.4 1974年 山を削り土を売っていた頃の空撮

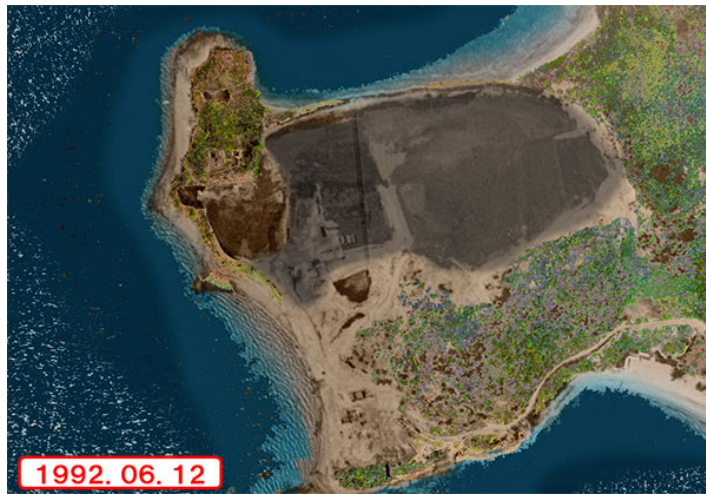


図 4.4.5 1992 年不法投棄摘発後の空撮（着色）



図 4.4.6 1997 年 中間合意成立後の空撮



図 4.4.7 1948 年の空撮と 2004 年当時の地形の比較

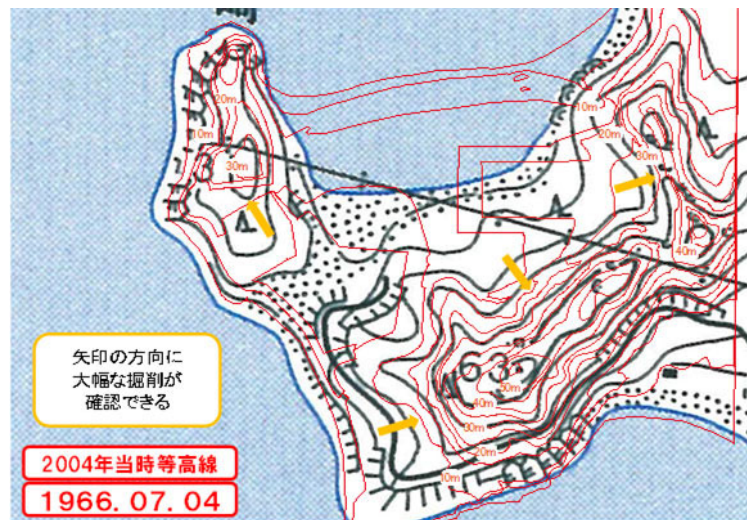


図 4.4.8 1966 年当時と 2004 年当時の地形図の比較



図 4.4.9 2015 年 12 月時点の空撮（周縁部合成）

これらの写真を元に、ヒアリングなどから土地利用を分析し、着色を試みており、これらの写真の整理により、当時の写真と、現状の現場の地形を重畳表示することを可能とした。例えば図 4.4.7 に示すように戦後まもなくの北海岸は現状の土堰堤に近いことが確認でき、また、図 4.4.8 の 1960 年代の海砂を取った当時の海岸線の比較では、現在の現場の大半が海の底であったことがわかる。以降の 1990 年まで続く廃棄物の不法投棄、摘発、中間合意成立(図 4.4.6)を経て、それから 18 年後の 2015 年 12 月(図 4.4.9)には、廃棄物の撤去が 85%以上終了し、岩盤の露出と多くのつぼ堀が出現した。



図 4.4.10 2016 年 4 月時点の空撮（周縁部合成）



図 4.4.11 2017年8月時点の空撮（周縁部合成）

さらに、2016年4月の空撮（図 4.4.10）では、東側に新たな混合用の作業エリアを設置するための埋め戻しが始まっており、北海岸側の矢板の端まで掘削されているのが確認できる。

2017年の廃棄物撤去完了後の地形（図 4.4.11）は、一面につぼ堀が広がっており、移動のために埋め戻し整地した場所にもつぼ堀があった部分の土壌が湿っている様子が確認できる。

平面的な図面だけでなく、空撮などを活用して、現場の景観を、歴史的経緯・現状の定量的な地形構造等、複数の視点で捉えることで、将来の土地利用構想の懸念事項等をより具体的にしていくことが必要である。また、その懸念事項を検討するにあたり、科学技術・行政・住民の共通言語としての可視化やシミュレーションが有効に働いた。

（2）返還時の懸念事項抽出のための水没エリアのシミュレーションの活用事例

豊島処理事業終了後の土地返還の形態は、処分地を海水が浸入しない高さとしたうえ、危険のない状態に整地した状態で返還するというだけで、特に詳細な取り決めはない。これまでは北海岸の道路（TP6.2m）の下に位置 TP2～4m から 1～2%の勾配で平坦に埋め立てるとされてきており、これに基づく跡地利用の構想がなされてきた。

しかし、処理事業が終了に近づき利用計画を現実的に検討したとき、多くの住民の望みは、人工的な護岸や整備された公園等ではなく、瀬戸内海国立公園の景観にふさわしい旧来の自然な景観の修復を望む方向に変遷しつつある。それと同時に、将来に負担とならない形で、可能な限り手のかからないようにしたいということが最優先となってきている。

こうした住民の希望から、撤去完了後に跡地がどのような形となるか、水没がどの程度想定されるかが課題となり、前項の過去の地形の変遷の空撮情報や UAV オルソ測量による定量的な地形データから水没シミュレーションを行うこととなった。

図 4.4.12 は 2015 年末の GPS 測量結果を基に廃棄物底面での水没判定を行った結果である。豊島事業計画当初想定 of 底面モデルから追加掘削した深さを算出し、その平均を取ったところ、

追加掘削深さが平均で1.58mに及んだ。このことから、未掘削部分の廃棄物底面モデルを1.58m下に想定し、海拔以下の判定を行い、加えて浸水水位として、2013年1/1～12/31の最高潮位であるTP=1.86m規準に対して、台風等の影響をふまえてプラス0.5mを追加の浸水範囲として想定した。地図上の赤枠が未掘削部分であり、未掘削部分の水没判定は前述の水没判定、それ以外は測量によって算出された標高を元に水没判定を行っている。

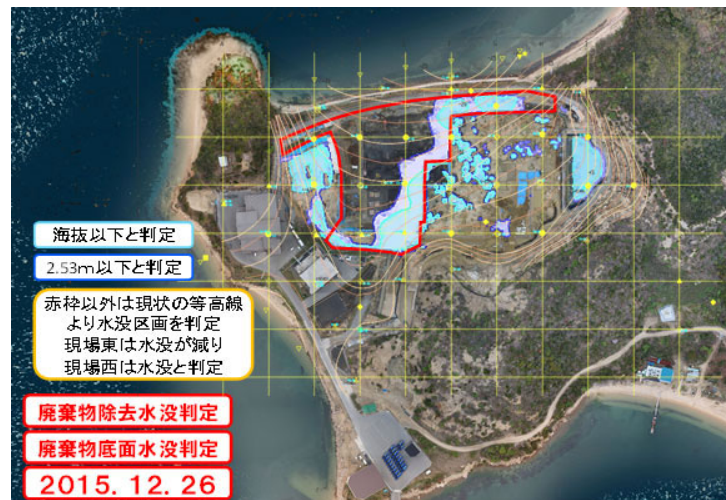


図 4.4.12 2015年時点の水没シミュレーション



図 4.4.13 水没エリアと1960年代の比較

水没予想範囲を過去の地形と比較すると、既に掘削が行われた部分の水没部分が、1960年代の海岸線に近い形（図 4.4.13）であり、未掘削部分はこれとずれていることがわかる。当時、

どこまで掘削するかについて、廃棄物撤去、直下土壌の汚染の有無の判定によって変化する可能性があり、これらの過去の情報から将来的な水没を予測することが求められた。

想定だけではなく、実際の現場の掘削完了エリアの標高から水没シミュレーションが必要であったことから、2017年時点の掘削完了間近の時期に UAV オルソ測量を実施した。その結果から、掘削完了エリアの水没シミュレーションを行った。第1章で示した2017年1月8日時点の掘削完了エリアにおける水没シミュレーションの結果を図4.4.14に示す。

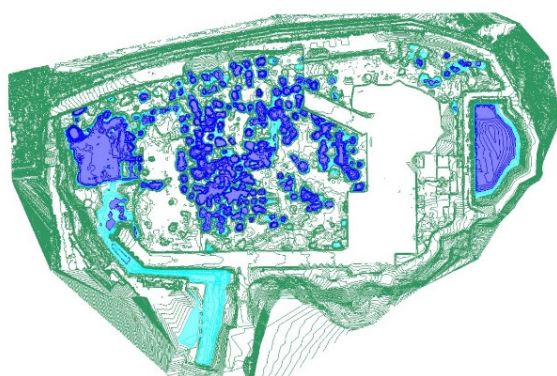


図 4.4.14 水没範囲シミュレーション (2017年1月8日時点)

この水没範囲とは最高潮位の TP=1.86m (濃い着色部分) に、台風時などを考慮し 0.5m 足した TP=2.36m 以下 (薄い着色部分) を水没範囲としたものである。処分地の中央部分のつぼ掘りに関しては、大半が水没範囲となっている。これらは将来的な止水機能の解除及び地下水のポンプアップの停止により想定される冠水域である。

(3) 原状回復・跡地地形のシミュレーションによるシナリオ分析事例

さらに、情報可視化システムは、廃棄物の撤去完了が近づいた 2016 年頃より、無害化後の土地の返還に向けて、どのような形での返還を実現するのかの検討に活用されてきた。その過程で前述の水没可能性や過去の土地利用による現在の地形への影響を検討と情報可視化を行ってきた。

処理事業が終了に近づき利用計画を現実的に検討したとき、多くの住民の望みは、人工的な護岸や整備された公園等ではなく、瀬戸内海国立公園の景観にふさわしい旧来の自然な景観の修復を望む方向へと変遷していったことは前述した。それと同時に、将来に負担とならない形で、可能な限り手のかからないようにしたいということが最優先となってきている。

- 当初計画

北海岸道路の位置 TP2～4mより1～2%の勾配で埋め立てる。
平坦な土地はさまざまな土地利用構想があった。

- 住民の考える現状方針

維持をすることが将来の負担とならないよう可能な限り自然海岸に返し手は加えない。

ここで課題となるのが、「原状復帰」「旧来の景観」といった場合の、かつての自然というのはいつの時代のことを想定するべきなのかということである。

また、過去の地形、水没シミュレーション等の状況をふまえて、現状にどのくらい手を加える必要があるかという観点から将来の埋立土量のシミュレーションを行うことで、原状回復のケース毎に必要な必要土量のシミュレーションが必要となった。

原状回復の定義を①北海岸道路のTP2～4mより1～2%の勾配で埋め立てる当初計画、②戦後まもなくの海岸線を基本としTP1.86mまでの砂浜と、TP2.36から2～3%の勾配を持つ平場とするもの、③1960年代の海砂を取った海岸線を基本とし②同様の勾配とするものの3つを選択肢として検討した。

モデルの構築方法はあくまでも簡易に傾斜を想定するもので、埋立の最高標高は現況の稜線にあたる部分までとする。シミュレーションは表 4.4.2①～③の選択肢に土地の勾配をそれぞれ2ケース設け、計6ケースの土量を算出した。なお、この場合の埋立土量は、現状で想定される廃棄物の底面から差し引いた土量を指すこととする。

表 4.4.2 埋立土量のシミュレーション

	①当初計画	②戦後の海岸線	③海砂採取後の海岸線
イメージ			
想定条件 A	北海岸道路TP3mより斜度1%で埋立 埋立の最高標高は約8.2m 必要土量 37,437m³	想定海岸線から10%の斜度で砂浜、2.36mから上は斜度2%で埋立 埋立の最高標高は約6.5m 必要土量 16,113m³	想定海岸線から10%の斜度で砂浜、2.36mから上は斜度2%で埋立 埋立の最高標高は約4.5m 必要土量 -72,815m³
想定条件 B	北海岸道路TP3mより斜度2%で埋立 埋立の最高標高は約10.2m 必要土量 82,380m³	想定海岸線から10%の斜度で砂浜、2.36mから上は斜度3%で埋立 埋立の最高標高は約8.5m 必要土量 49,245m³	想定海岸線から10%の斜度で砂浜、2.36mから上は斜度3%で埋立 埋立の最高標高は約5.5m 必要土量 -61,520m³

①に関しては 20 万立米以上の埋立土量を必要としており、埋立の費用を 1 立米あたり 5000 円（ヒアリングによる現状相場）から単純に見積もると 1 億 8 千万～4 億円以上の埋立費用が必要となる。一方②に関しては、現状地形の北海岸土堰堤を崩す土が活用できるため数万立米程度の土量が必要ということになり、費用は 1～2.5 億円程度と予想できる。③に関しては、必要土量はマイナスであり、今後大幅な掘削と止水機能の解除による大幅な土砂流出が無限りは、③までの海岸線の想定は必要ないものとする。傾斜については 1960 年代の平場の最高標高が 10m 程度あることから①の AB 両ケース、②の B ケースがほぼこれを満たすこととなる。

①～③に共通した課題として、このシミュレーションでは、いくらか斜度を持った平坦な土地を想定しているが、自然景観を回復するのであれば、これに適した起伏を考えるべきである。例えば、現状のトレンチを（水質改善を前提として）ため池として維持するなどの方策が検討できる。なお、これらのシミュレーションはあくまでモデル上のものであり、実際の自然海岸や護岸の工事手法を詳細に検討したものではなく、あくまでも必要な埋立土量から、妥当性のある跡地の形状を検討する情報として提供したものである。

これらのシナリオの検討からいくつかの課題も見えてきており、以下に記載する。

①の当初計画は平場を大きく確保できるというメリットはあるが、海岸線の護岸を住民会議として継続的に維持できるかが課題であり、現状で、多くの土砂を持ち込む必要があることから、予算的な課題がある。②、③については、自然海岸となったとき砂浜が前進するか後退するかは不明であり、より詳細な調査が必要である。また、砂の供給は東の浜からと考えられるが、砂浜にするのであればある程度、砂を持ち込む必要があり、一部、海岸線に土壌が露出するため、磯焼けを起こさない対策が必要である。

①～③に共通した課題として、本シミュレーションでは、いくらか斜度を持った平坦な土地を想定しているが、自然景観を回復するのであれば、これに適した起伏を考えるべきである。例えば、現状のトレンチを（水質改善を前提として）ため池として維持するなどの方策が検討できる。さらに、自然修景には、後背地の山の緑化が欠かせないが、覆土を取ってしまった状況では、どこまで緑化が可能かの検討が必要である。そして、今回はシミュレーションに含めていない西海岸のトレンチや後背地の導水の切り替えのタイミングなども検討が必要である。

また、近年の台風災害の多発による高潮リスクの高まりもあり、①のケースについては、長期的な土堰堤の安全性等の懸念が出てきている。図 4.4.15 は、2019 年 8 月に計測した UAV オルソ測量成果の点群データを土堰堤に近い深く掘削された場所の断面図である。こうしたデータをもとに実現可能性を検討していくことが必要となる。



図 4.4.15 UAV オルソ測量による海水面・土堰堤内側の高度差、断面可視化

これらのケースの検討には、自然修景や海岸の保全、土堰堤の安全性の検討などの専門家の関与が必要であり、こうした専門家の関与の場が不可欠である。いずれの跡地の形態にせよ、返還された土地を地域でどのように守り、活かしたいのかの「ありたい姿」を示すビジョンづくりが不可欠であり、跡地イメージの具体化と同時に住民合意のための話し合いが必要である。そのためには、専門家の関与の場、検討のベースとなる定量データ、今後の新たなスキームモデルを構築するためのそれぞれのケースにおけるシナリオ策定・実現性の分析が必要となる。

多角的な情報として継続的に計測されてきた基礎的な情報はこれまでの研究で整備されてきたことから、事業最終段階とその次の将来的な跡地の姿を住民間で合意形成するために、異なる領域の知をつなぎ新たな価値創造へとつなぐプログラムマネジメントが重要となる。

4.5. 第4章の総括

4.5.1. 第4章の共創プラットフォームにおける成果

処分地の GPS 測量・ドローンによる写真測量等の計測、3D モデルデータ等の定量情報の可視化を客観的な第三者が事業期間にわたって継続的に行うことで事業の透明性を確保し、理解しやすいイメージによって確認しつつ議論を行うことで県と住民の対等な立場での議論を可能とした。また、長期にわたる事業の中で、測量による 3D モデルデータが事業の透明性確保の議論から、将来に向けての跡地返還の議論へと移っていくにあたっての客観的なデータとして活用されることで、住民側からの跡地地形の提案がなされるなど人間系基盤における住民自らの情報活用に至った。

事業開始後の計測情報の他に、過去の地形の歴史的経緯の写真情報等を住民に提示し、住民自らが活用できるようにしたことも情報系基盤の強化となり、文化系の議論の場においては、合意形成に向けた共通認識を醸成し、県と住民の議論のツールとして活用された。

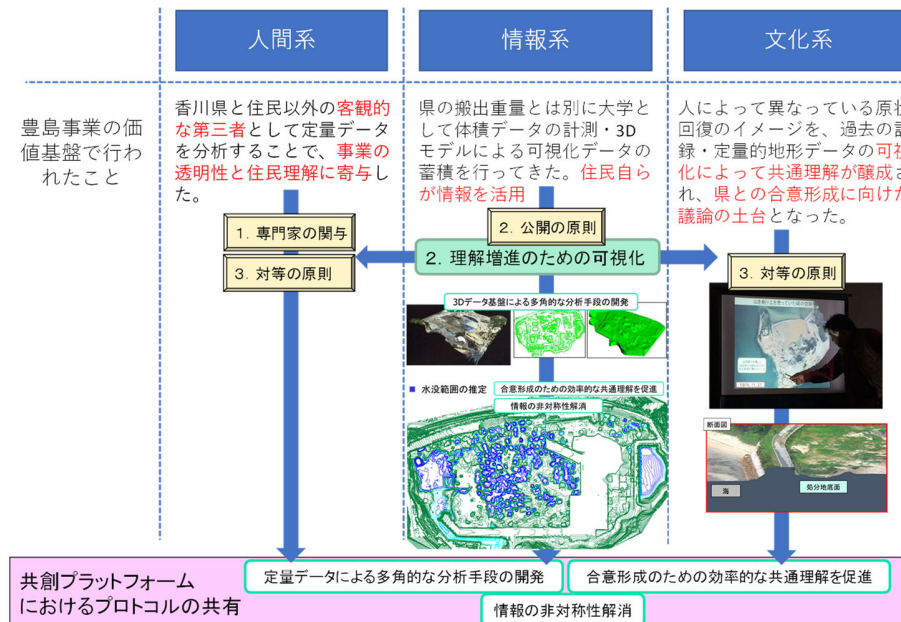


図 4.5.1 情報可視化システムがプロトコルの共有に果たした役割

4.5.2. 応用に向けた課題

第4章では、共創プラットフォームにおける情報可視化システムの整備により、客観的な数値や位置・形状の情報を、直感的に理解しやすい3D可視化や写真等のイメージ情報として提示することにより、事業の進捗に係る合意形成や関連するコミュニケーションをより効率的かつ検証可能な形で推進した事例であることを示した。

今後についても、調停条項に記載された現場跡地の返還の形態は、処分地を海水が浸入しない高さとしたうえ、危険のない状態に整地した状態で返還するというだけで、特に詳細な取り決めはなく、危険のない状態について、行政と住民の合意形成を行うことが本事業の最終段階において困難かつ重要な課題となっている。本研究では、浸水想定高度といった過去の高潮等による海水面の想定を行うことが可能であり、その点は有効に活用できる。ただし、気候変動の影響により激甚化が進む台風や大雨等が過去の海水面想定を超える可能性があることも想定されるため、その想定については豊島事業のステークホルダーにも共有する必要がある。

さらに、環境再生・自然修景には、後背地の山の緑化が欠かせないが、覆土を取ってしまった状況では、どこまで緑化が可能かの検討が必要である。これらの検討には、自然修景や海岸の保全などの専門家の関与が必要であり、こうした専門家の関与の場が不可欠である。いずれの跡地の形態にせよ、返還された土地を地域でどのように守り、活かしたいのかのビジョンづくりが不可欠であり、跡地イメージの具体化と同時に住民合意形成の場づくりが必要となる。

豊島事業において、我々が行ってきた廃棄物量を定量的に計測・分析する取り組みは、当初は行政の事業を第三者として計測・評価することで、住民にとっては行政の監視、行政にとっては第三者機関の評価として活用することが目的であった。それが、共創の理念のもとでの情報可視化システムとしても発展的に活用された。プラットフォームマネジメントにおいては、豊島事業全体のマネジメントシステムにおけるデータ収集・評価・分析、コミュニケーション活性化に有効であったと考える。特に事業の進捗に伴い、当初不確かであった事業終了後の姿が徐々に明らかとなってきた。このことで、新たな課題が出現した際にも、過去からの地形データを写真や3D情報の分析に基づいて情報共有することにより、数値だけでは見えてこなかった新たな事実の発見や過去の地形等の記憶情報を裏付けることで、時系列に沿った処分地の空間情報を提示し、事業の情報理解に濃淡のあった住民間の合意形成を促進したものと考えられる。今後も、未来の地形形状を想定する上で、住民と行政の双方の合意形成に資すると考えられる。すなわち、共創プラットフォームとして、豊島事業における終盤の撤去後の姿の検討において、情報可視化システムは住民間のコミュニケーション・知識獲得に有効に活用されてきた。

豊島における原状回復の方向性について、これまでの成果によって示してきた技術的課題として海洋土木等の知見・分析等が必要であると考えられ、新たな専門家や新しい世代の住民を加えた人的プラットフォームを構築することが求められる。

本研究では今後も、情報系のプラットフォームに、人的プラットフォームを加味して、住民・香川県の合意形成に資する研究としてとりまとめる予定である。さらに原状回復に意義を付与することで、県・住民が共に取り組むことができる『意義ある環境再生』を提唱し、文化的なプラットフォームとしての成長も検討していきたい。長期にわたる環境汚染・災害等からの環境と地域の再生を支えるプラットフォームマネジメントのモデルとなることを目指し、今後の研究活動を行う。

参考文献

- [1] 廃棄物対策豊島住民会議、「豊かさを問うⅡー調停5周年を迎えてー豊島事件の記録」、廃棄物対策豊島住民会議、2005
- [2] 中野健太郎、永井祐二、小野田弘士、永田勝也、「住民と行政の関係構築における P2M 手法の適用分析～豊島事件を題材として～」、国際 P2M 学会誌、Vol.14, No.1、pp. 35-50、2019
- [3] 吉田邦夫、山本秀男、「イノベーションを確実に遂行する 実践プログラムマネジメント」、日刊工業新聞社、2014
- [4] 小原重信「P2M プロジェクト&プログラムマネジメント標準ガイドブック上巻 プログラムマネジメント編」、PHP 研究所、2003
- [5] 田隈広紀、「P2M 支援 ICT プラットフォームの構築に向けた要件調査」、国際 P2M 学会誌、Vol.8 No.2、pp.109-121、国際 P2M 学会、2014
- [6] 中野健太郎、永井祐二、小野田弘士、永田勝也、「豊島廃棄物等処理事業の環境性・経済性評価」、環境情報科学論文集、Vol.33、pp.235-240、2019
- [7] 小原重信、「P 2 Mプラットフォームマネジメント文脈と論理～クロスボーダー型協働と超サービス製造業への能力強化～」、国際 P2M 学会誌、Vol.5 No.2、pp.1-21、2011
- [8] 中山政行、亀山秀雄、「P2M プラットフォームマネジメントによる地域活性化の事例分析」、国際 P2M 学会誌、Vol.2、pp.71-82、国際 P2M 学会、2014
- [9] 猪原健弘、「合意形成学」、pp.162-171、勁草書房、2011
- [10] 出口弘、「P2M フレームワークのトランスレーショナルな拡張について」、国際 P2M 学会誌、Vol.8 No.1、pp.87-98、国際 P2M 学会、2013
- [11] 永田勝也、小野田弘士、永井祐二、中野健太郎、切川卓也、寺嶋和彰、西郷諭、「豊島廃棄物等処理事業における 3D-GIS データの活用に関する研究」、第 17 回廃棄物学会研究発表

会講演論文集 2006、pp.233-234、廃棄物学会、2006

- [12] 梅澤諒、永井祐二、小野田弘士、永田勝也、「豊島廃棄物等処理事業における処分地管理手法の高度化に関する検討」、環境工学総合シンポジウム講演論文集 2016、26 巻、日本機械学会、2016
- [13] 写真測量発達史委員会、「日本写真測量発達史年表」、写真測量、11 巻 Special 号、pp.102-152、日本写真測量学会、1972

第5章

豊島事業の多様なステークホルダーによる多世代共創手法の 他事例への応用

5.1. 第5章の背景

2011年の福島第一原子力発電所（1F）の事故発生から本稿執筆時点で約10年が経過している。避難地域12市町村のうち、未だ帰還困難区域となっている自治体や、住民の帰還が困難となっている自治体がある。政府は[福島復興再生基本方針, 2012]^[1]（2012年7月13日、閣議決定）において、「福島の再生なくして日本の再生なし」という標語を掲げた。原子力災害の被災地・福島で、安全で安心して暮らせる生活環境の実現や地域経済・地域社会を再生していく姿勢を示している。

また、[『復興・創生期間』における東日本大震災からの復興の基本方針, 2016]^[2]（2016年3月11日閣議決定）に定めた「復興・創生期間」は、2021年度までとしているが、帰宅困難区域の解除の明確な設定は行われていない。また、避難者の現状も福島県内の避難者9,408人、県外への避難者30,914人[復興庁, 2020]^[3]の合計4万人以上と未だ多数に上る。このような現状を踏まえると、地域経済・地域社会の再生には「復興・創生期間」を超えた長期的な取り組みが必要とされるが、「福島復興再生基本方針」には示されている。

一方で、1959年の伊勢湾台風による甚大な水害を契機に制定された「災害対策基本法」（1961年11月15日）では、「災害が発生したときは、速やかに、施設の復旧及び被災者の援護を図り、災害からの復興を図ること」（第二条）とされ、日本の災害対策は早期の施設復旧を災害復興の基本としてきた。「災害の世紀」とも言われる21世紀に入り、東日本大震災以降も大規模な災害が頻発する状況と50年後・100年後の持続可能な地域社会像を考えると、災害リスクの高い地域や少子高齢化による人口縮減の進む地域において、20世紀型の速やかな施設復旧を中心とした災害復旧が有効だった社会情勢とは異なってきている。

1Fの廃炉は、この先30～40年でのロードマップが示されている[廃炉・汚染水対策関係閣僚等会議, 2019]^[4]。しかし、地域経済・社会の再生は30～40年より相当期間の時間を要するため、本来なら世代を渡っての長期的な取り組みや意思決定が必要となる。

福島復興におけるプログラムの考え方は、福島復興再生基本方針の「第1 原子力災害からの福島の復興及び再生の意義及び目標に関する事項」において示されている。原子力災害が、福島がこれまで築いてきた自然、社会、経済の基盤を根底から揺るがす被害をもたらしたことに触れつつ、「福島にもたらされた深刻な事態の記憶と教訓を決して風化させることなく、原子力災害に対する福島の住民の怒りや悲しみに共感し、福島の住民に寄り添いながら、誇りと自信を持てるふるさとを取り戻す」ために総力を挙げるとされている。福島復興におけるプログラムの全体使命はこの一文に示されている。このプログラムのありたい姿を実現していくために、廃炉や安全安心な生活環境の実現、経済・社会再生のためのプロジェクト群が実行されている。

こうした福島復興へのプロジェクト群の現状は、[李ら, 2019]⁵⁴によれば、地域住民の理解・住民参画に課題があるとされている。

第5章では福島復興のプログラム全体の中でも、今後の復興に社会的影響の大きい1F 廃炉事業を中心に影響を受ける周辺地域再生を含む検討を行い、それらの課題に対し豊島事業の知見を応用する。

5.2. 第5章の目的

第5章は、豊島事業における行政と住民の共創のプラットフォームマネジメントの手法を1F 廃炉事業へ応用することで課題抽出を行う。

本研究のこれまでの各章において、豊島事業のP2Mによる分析及び情報系基盤の共通の評価軸、理解増進のための可視化の強化によるプラットフォームマネジメントから、共創実現の要素を示してきた。

1F 廃炉事業への応用として、P2Mによる分析から1F 廃炉事業のプログラム全体を俯瞰し、統合マネジメントにおけるプラットフォームマネジメント、プロファイリングマネジメントにおける課題点を抽出する。

長期間にわたる1F 廃炉事業には、多世代共創が不可欠であると考え、共創のプラットフォームマネジメントにおける場の構築にあたって、豊島の豊島学（楽）会を参考とした、共通の議論のできる場であるふくしま学（楽）会の議論の内容から、1F 廃炉のシナリオがもたらす社会的側面に焦点を当てたシナリオ分析を行う。多世代共創による議論の場の成果から、複雑な状況により曖昧なミッションとなっている1F 廃炉・福島復興からあるべき姿の目標設定を試行し、ありのままの姿の現状における課題抽出を行う。

科学的な知見に基づいたシナリオ分析・作成をステークホルダーと協働して行うFuture Sessionを通じて、スキームモデル・システムモデルを連携強化するプロファイリングマネジメントの分析を行う。

5.3. 福島復興の長期化において必要となるプログラムマネジメントの分析

第5章では、長期にわたる1F 廃炉事業とその影響を受ける福島復興において必要となるプログラムマネジメントの分析と、その課題解決のために豊島事業における豊島学（楽）会を参考とした、未来志向の社会的討議の実践手法としてFuture Sessionを活用したアクションリサーチであるふくしま学（楽）会に焦点を当てている。

Future Sessionとは、北欧で生み出された考え方であるFuture Centerで行われるセッション

ン（対話の場）であり、多様な専門家や関係者が集まり、既存のしがらみをこえて対話と協業を行い、創造的に問題解決を進めていくプロセスである。通常、2～3時間から2日間にかけて行われ、それを複数回繰り返すが、毎回のセッションに新たなステークホルダーを加えて、大きなコミュニティを形成していくことが **Future Session** の最大の特徴とされる[野村, 2013]^[6]。その原則として以下の6つが示されている。

- (1) 思いを持った人の大切な問いからすべてが始まる。
- (2) 多様な人たちの知恵が一つの場集まる。
- (3) 集まった人たちの関係性を大切にする。
- (4) 身体で学び、実践し、試作する。
- (5) あらゆる情報やアイデアを空間内に可視化する。
- (6) 良い場が行動を促す。それを信じる。

これまで浜通り地域で行われてきたふくしま学（楽）会は、豊島における豊島学（楽）会の議論の場として機能した点を参考として設立されたものである。回を重ねるたびに、原子力以外にも建築家やアーティストなど多様な専門家が参加するようになり、東京電力や廃炉・除染・中間処理事業者等の新たなステークホルダーが加わってきており、**Future Session** のコミュニティ形成の役割を果たしてきたと言える。

[中山, 亀山, 2014]^[7]が指摘したように、多様なアクターが参加すれば、目標の多様化や外部環境の変化を受けやすいことなどから、システムモデル段階でプロジェクトの目標そのものが曖昧になる可能性が高い。このような点を踏まえ、ふくしま学（楽）会は、[小原, 2011]^[8]の示す「人間系、情報系、文化系におけるコミュニケーション、知識獲得のために形成された協働作業のための特定の場と機能」というプラットフォームとして機能しているといえる。

本章は、プラットフォームにおける共通の議論のできる場としてのふくしま学（楽）会において行われてきた **Future Session** の試みなどを通じて、日本原子力学会の示した1F廃炉の4つのシナリオを受けたふくしま学（楽）会での参加者の議論の内容から、福島県浜通り地域の1F廃炉のシナリオがもたらす社会的側面に焦点を当てた「災害復興シナリオ」を構築する。この際、長期戦略である社会イノベーションの実現に備え、科学的数値データ及び地域との対話から導かれる福島県浜通り地域の未来像を重視する。市民それぞれが自分ごとに落とし込み、個別のプロジェクトを積み重ねることによる取り組みの継続性を **P2M** の視点から分析する。特に第5章では、地域の多世代共創によるプロジェクトマネジメント構造を明らかにし、**P2M** の観点から、求められる地域のプロジェクトマネジメント体制について言及する。

5.3.1. P2M 手法で分析した福島復興の事業フレームの課題

福島復興を P2M で捉えるにあたり、その全体使命は「福島復興再生基本方針」に示されている福島における地域経済・社会の再生であると言える。

しかし、これまでの経過については、福島復興を P2M 的に分析した先行研究⁹⁾では、福島復興の 3S モデルが効果的に連動しておらず、トップダウン的なシステムモデルが中心的に行われていることで、プログラムの利害関係者とコミュニケーションを図りながら最終的にその価値を実現する創造的統合マネジメントによる社会イノベーションが欠如していることが問題であると指摘されている。

また、国単位に近い大規模に展開された政府開発援助のプログラム化における P2M 導入を分析し、統合マネジメントに焦点を当てた研究[村瀬, 2010]⁹⁾を参考として、大規模プログラムの課題を以下に整理する。村瀬の研究では、ミッションプロファイリングでは、「あるべき姿」をミッション表現として整理し、現状の「ありのままの姿」を見据えて戦略を立てていくことが P2M のプログラムであるとしている。

一方で多くのプロジェクトを集めてプログラムと総称するものも存在しており、そういったプログラムはあるべき姿の整理が行われていないことから、プログラム目標が「状態の変化」等の政策目標に合致していることを意味する程度の表現が多いとしている。この場合、プロジェクト目標の達成（部分最適）にばかり注力され、全体最適を示す「あるべき姿」の達成に必要な不可欠な活動が見過ごされ、プログラムの目標が達成できていないことが示されている。

福島復興のケースにおいて、統合マネジメントでの「ありたい姿」は「福島復興再生基本方針」に示されているものの、全体として 1F 廃炉・産業再生・帰還のシステム構築はトップダウン型のシステムモデル偏重となることで、「状態の変化」を目標とした部分最適に陥りつつあると考えられる。

福島復興における創造的統合マネジメントによる社会イノベーションが「あるべき姿」の達成に必要な不可欠な活動であるにとらえ、それを実効的なものとするために P2M を適応した事業フレームを李らは再整理し、以下の通り示している。

- (1) 福島復興をプログラムとして捉え、そのプログラムの全体価値を向上させるために広い視野と高い視点によってプロジェクトの統合を図る実践力を目指すことが重要
- (2) プログラムの統合マネジメントの中でも特にスキームモデルの価値創造プロセスにおけるナレッジマネジメントおよびコミュニケーションマネジメントが重要

(3) 地域の多様なステークホルダーが、地域が抱えている問題の背景を含めた情報を共有し、相互理解によって信頼感を高め、意思疎通が図れる。このようなコミュニティマネジメントによって、その地域の本来の課題の明確化

(4) これらのマネジメントを行う際に重要となるのがプラットフォーム

李らの指摘を参考に、[小原, 2003] [10]の 3S モデルを用いて福島復興のプログラムマネジメントの課題について、図 5.3.1 に整理する。

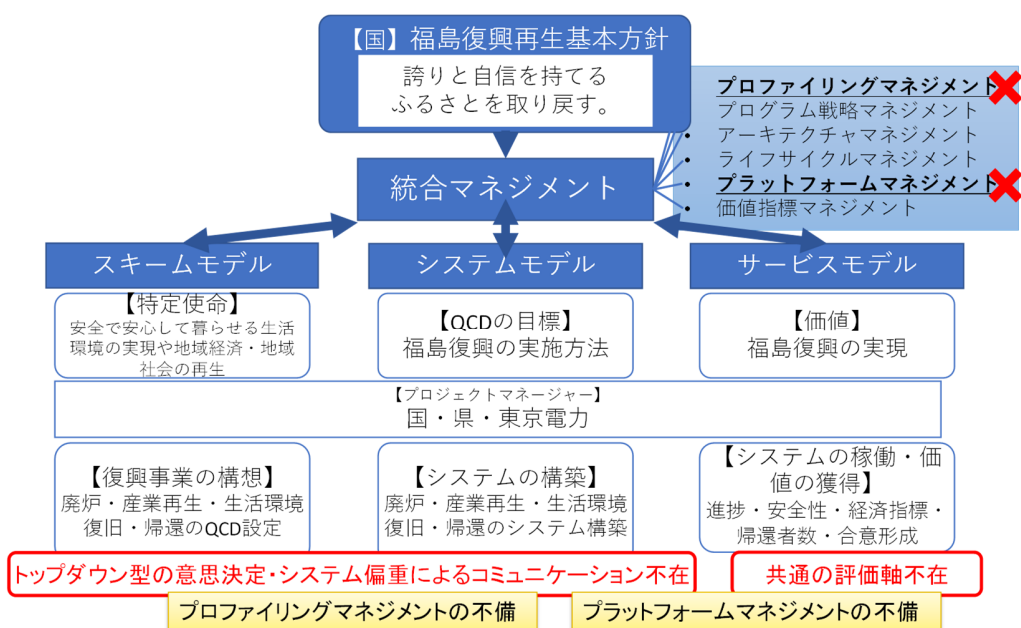


図 5.3.1 福島復興における 3S モデルと課題

図 5.3.1 より、トップダウン的なシステムモデル偏重がもたらしているプラットフォームマネジメントの不備により、住民等のステークホルダーとの合意形成がとれておらず、そのことが 1F 廃炉・帰還事業の進捗、産業の再生、生活環境の復旧といった福島復興のスキームモデルにおいて、国、福島県、地方公共団体、東京電力、廃炉・除染・中間処理事業者、住民、NPO 等の各ステークホルダー間のギャップとして存在する。つまり、福島復興の実現に必要なプロファイリングマネジメントが充分に行われていないという不備がある。

これらの課題を解決し、福島復興の統合マネジメントを実践していくためには、統合マネジメント体制の見直しを図ることが重要であるが、そのためにはコミュニティ基盤の構築が不可欠であり、ステークホルダー間のギャップを埋め、合意形成を進めるためには、相互の主体的

な協力・理解に基づく共創のプラットフォームが必要となる。このプラットフォーム実現のために、まずはオープンな場の構築を行うことに着目し、早稲田大学ふくしま広野未来創造リサーチセンターが中心となって、ふくしま学（楽）会を 2018 年 1 月より冬・夏の年 2 回ずつ毎年開催している。

このふくしま学（楽）会という共通の議論の場を通じて、1F 廃炉・福島復興の実現という価値創造に向けて必要となる合意形成に資する取り組みを行っている。スキームモデルにおいて長期的な事業の構想にはステークホルダーの合意形成が不可欠であり、統合マネジメントにおけるプラットフォームマネジメントを通じて、協働作業の場を構築することが重要となることを李らは述べている。

5.3.2. 福島復興における 1F 廃炉事業のプラットフォームマネジメント・プロファイリングマネジメント

前項は、福島復興全体におけるプログラムマネジメント課題を見てきたが、本章における福島事業の共創の知見の応用の中心部分については、福島復興のプログラムのプロジェクト群の中で全体に大きな影響を与える 1F 廃炉事業に焦点を当てる。沖浦によれば、社会構造変革における P2M の適用の中で、「ガバナンス」と「マネジメント」の取り組みは「より良い暮らしの実現」を図るものとしており^[11]、福島復興＝より良い暮らしの実現と捉えれば、現状のありのままの姿に課題を抱える福島復興のスタート地点であり他のプロジェクト群に大きな影響を与える 1F 廃炉事業は、プログラムとの整合・相乗効果のためのマネジメントと技術的課題とその解決に応じた変革が必要である。

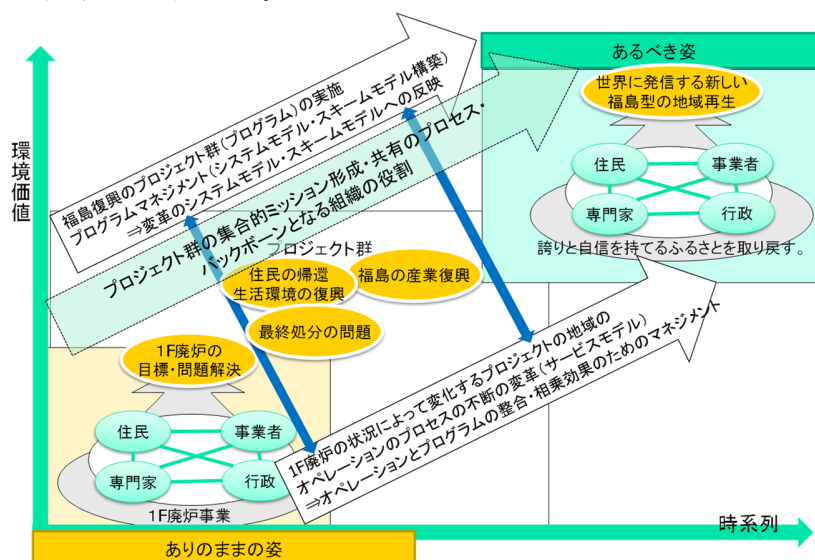


図 5.3.2 福島復興の社会変革における P2M の枠組みと 1F 廃炉事業の位置付け

第5章では、福島復興のプログラム全体の課題となっているプラットフォームマネジメント、プロファイリングマネジメントにおいて、多岐にわたる福島復興のプロジェクト群全体の中から、プロジェクト群全体に大きな影響を与える 1F 廃炉事業に焦点を当てることで、どのような課題を持っているかを抽出する。

具体的には、1F 廃炉事業のプラットフォームマネジメントにおける人間系・情報系・文化系の各基盤の状況を示し、豊島で共創の理念を成立させていた各基盤の機能との状況の比較によって、プラットフォーム要件であるコンテキストの理解、プロトコルの共有、場のデザインの分析を行う。

加えて、科学的な知見に基づいたシナリオ分析・作成をステークホルダーと協働して行う Future Session を通じて、スキームモデル・システムモデルを連携強化するプロファイリングマネジメントの分析を行う。この分析により、プロジェクトにおいて曖昧なミッションが起点となることによって、プロジェクトが曖昧に遂行されてしまう課題を克服することが可能になると考えられる^[12]。

5.3.3. 1F 廃炉事業におけるプラットフォームについての分析

福島復興のプログラムの特に 1F 廃炉事業のプロジェクトにおけるプラットフォームについて、豊島事業の事例と比較して、人間系、情報系、文化系の各基盤で欠落している要素を図 5.3.3 に示す。人間系基盤では住民セクターの組織的な参画がないこと、情報系基盤では膨大な情報が情報の理解を妨げていることとステークホルダー共通の評価軸がないこと、文化系基盤では、閉じられた場はあるがオープンな議論の場がないことが挙げられる。

住民セクターの組織的な参画がないことにより、必要とする情報へのアクセスが個別に必要となり、情報にたどりつけないことがさらに住民の理解を妨げてしまっている状況である。同様に事業進捗の指標となる評価軸設定ではステークホルダー共通の評価軸がないことによる、双方が納得する事業判断となっていないことが挙げられ、プラットフォームの要件であるプロトコルの共有が満たされているとは言えない。ただし、技術検討委員会の検討に従うとしていた豊島事業と異なり、多岐にわたる分野の技術が用いられている原子力発電と原子力災害が複合的に影響している福島復興では統合的な判断指標が設定しにくいこともその要因であると考えられる。

文化系基盤の課題は、国の委員会等で専門人材が関わる場はあるものの一般の住民や、関心のある専門人材がオープンに議論できる場が構築されているとは言えない。これらの福島復興における現状は、共創の理念の3つの原則を充足しているとは言えず、プラットフォームの要件であるコンテキストの理解がステークホルダー間で十分になされていないと言える。

できる場についても試行中である。

(1) ミッション表現

本章では、1F 廃炉事業の分析を行うが、ミッション表現では早稲田大学ふくしま広野未来創造リサーチセンターが対象とする 1F 廃炉事業を内包する福島復興のミッション表現について扱う。「福島復興再生基本方針」における福島の地域経済・社会の再生はもとより、大規模・多分野・多数のステークホルダーが存在する福島復興のプログラム及び 1F 廃炉事業は、複雑多岐にわたる。

早稲田大学ふくしま広野未来創造リサーチセンターは、2017 年の設立と同時に豊島学（楽）会を参考としたふくしま学（楽）会を設立し、プログラム統合マネジメントにおけるプラットフォーム・コミュニケーションマネジメントにおける議論の場としての役割がその存在目的となっている。そのことから、ミッション表現として、「ふくしまから伝えたいこと、しらなければならないこと（は何か？という問いを明確にする）」をテーマに掲げている。以下のステークホルダーそれぞれが主体としてテーマを考える場として、表現されている。

(2) 参画するステークホルダーと分類

ふくしま学（楽）会においては、多岐にわたるステークホルダーが参画している。回数を重ねる毎に新たなステークホルダーが参加し、コミュニティとして成長を続けている。結果として Future Session の形が実現されている。Future Session については後述する。

行政：経産省、環境省、復興庁、福島県、基礎自治体

事業者：東京電力、廃炉・除染・中間処理事業者、産業再生に係る事業者、NPO

住民：避難住民、帰還住民、作業員、移住者、通勤・通学者、都市・他地域住民

専門家：原子力、エネルギー、社会科学、建築、アート

これらのステークホルダーの「将来ありたい姿」を描くためにシナリオ分析を踏まえた討議が必要となる。

(3) シナリオ分析

ふくしま学（楽）会では、将来あるべき姿へのシナリオ及び参加者・講演者等の専門知を共有し、討議をすることで、1F 廃炉事業の国の想定するシナリオを踏まえた上で、将来的に変化する可能性のあるシナリオ展開が検討されている。第 5 章ではその複数シナリオ展開について、日本原子力学会の中間報告の 4 つのシナリオを基にふくしま学（楽）会に参加した国・専門家・地域住民・学生・NPO 団体等の複数ステークホルダーから発せられた意見を反映したシナリオ

分析を行った。

5.3.5. 現状シナリオ分析と時間の推移・状況の変化による複数シナリオの可能性

(1) 現状シナリオ

プログラム全体としての福島復興における現状の基準シナリオは、福島県の経済・社会再生つまり原発事故以前の姿を取り戻すとされている^[1]。その具体的な項目・目標設定とスケジュールは、被災12市町村の将来像実現ロードマップ2020^[14]において、産業集積・人材育成・生活基盤整備・交流人口拡大・多様な主体の連携強化といった項目で設定されている。

産業集積については、これまでの原発関連産業に代わって廃炉・ロボット・再エネ等の産業を立ち上げ・集積させようというものである。

人材育成・生活基盤整備は、失われた社会機能を復旧させ、住民帰還とともに新たな人の流入を促す施策といえる。一方で、交流人口拡大と多様な主体の連携強化については復旧に加えて、失われた賑わいや、将来的にまちづくりに必要となる取り組みとして位置付けられている。

これらのシナリオが実現される前提となるのが1F廃炉事業のシナリオである。1F廃炉においては、中間貯蔵の除染土壌と廃棄物は中間貯蔵開始後30年以内に県外最終処分する予定となっているが、廃炉後にサイト内がどうなるのかはまだ決まっていない未確定のシナリオである。廃炉の最終的姿(End State)について、日本原子力学会は福島第一原子力発電所廃炉検討委員会廃棄物検討分科会の中間報告^[14]において、技術的な観点から4つのシナリオを提示しており、第5回ふくしま学(楽)会においても、福島第一原子力発電所廃炉検討委員会委員長の宮野氏の基調講演によって共有された^[15]。

シナリオ1：施設全体を解体撤去

シナリオ2：構造物の一部が残存(建屋・構造物の一部のみ解体撤去)

シナリオ3：安全貯蔵後に施設全体を解体撤去

シナリオ4：安全貯蔵後に施設の一部を解体撤去

表5.3.1に中間報告で示された1F廃炉シナリオの内容から、廃炉及び環境修復の達成を目的として、各シナリオにおける目標・課題・課題解決のための方法を抽出した。

大きくは、即時解体・安全貯蔵後の解体の2ケース、全体撤去・部分撤去2ケースの組み合わせによる4つのシナリオであり、それぞれのメリット・デメリットが検討されている。これら全てに共通して、End stateまでの概略工程への合意形成、経済合理性が求められるが、複数世代に渡る長期の事業であることから、世代間の公平性・意思決定プロセスの透明性も求められている。

表 5.3.1 廃炉シナリオの内容※

シナリオ	目標	課題	課題解決のための方法
シナリオ1 施設全体を解体撤去	<ul style="list-style-type: none"> ●1F サイト内の機器・構造物及び汚染土壌・地下水等の汚染が全て取り除かれ、全量の放射性廃棄物が搬出された状態 ●制限なしサイト解放 	<ul style="list-style-type: none"> ●機器・建屋の放射能の減衰はあまり期待できないため、作業が困難となる可能性有り。 ●大量の放射性廃棄物が比較的短期間で発生する。(約780万t) ●放射性廃棄物の処分ができないとサイト解放が不可能になる。 	<ul style="list-style-type: none"> ●解体撤去のための技術開発 ●放射性廃棄物発生量の低減 ●放射性廃棄物の処分施設確保 ●放射性廃棄物処分量低減のための安全貯蔵工程の選択検討
シナリオ2 構造物の一部が残存(建屋・構造物の一部のみ解体撤去)	<ul style="list-style-type: none"> ●1F サイト内の機器・構造物及び汚染土壌・地下水等の汚染の一部が管理・監視の可能な状態で残存する状態。放射性廃棄物は、廃棄物保管施設を設置し、処分施設に搬出まで保管 ●制限付き解放。サイトを管理区域と解放区域に区分。管理区域には、廃棄物保管施設を含む。 	<ul style="list-style-type: none"> ●機器・建屋の放射能の減衰はあまり期待できないため、作業が困難となる可能性がある。 ●地下構造物や土壌などの汚染が顕著な場合には撤去する物量が増加し、大規模な汚染拡大防止措置や長期の管理・監視が必要となる可能性がある ●放射性廃棄物は処分施設に搬出可能となるまで保管施設に保管するため、保管が長期に及ぶ可能性がある。 ●サイトには地下構造物・汚染が残存し、放射性廃棄物の保管施設が設置されるので、サイト解放は一部に限られる。 	<ul style="list-style-type: none"> ●解体撤去のための技術開発 ●放射性廃棄物発生量の低減 ●放射性廃棄物の処分施設確保 ●放射性廃棄物処分量低減のための安全貯蔵工程の選択検討 ●環境スチュワードシップ¹での残存物の管理・監視
シナリオ3 安全貯蔵後に施設全体を解体撤去	<ul style="list-style-type: none"> ●1F サイト内の機器・構造物及び汚染土壌・地下水等の汚染が全て取り除かれ、全量の廃棄物が搬出された状態 ●制限なしサイト解放。但し、安全貯蔵の後に処分が可能になる時点。 	<ul style="list-style-type: none"> ●施設を安全貯蔵の状態に置くため、廃炉作業に取り組む時期は遅くなる。 ●廃炉・サイト修復の終了時期が遅れるため、サイトの有効利用が可能になるまでに長期間を要する。 ●安全貯蔵工程での放射性廃棄物の安全な管理 	<ul style="list-style-type: none"> ●解体撤去のための技術開発 ●安全貯蔵期間短縮 ●放射性廃棄物発生量の低減 ●放射性廃棄物の処分施設確保
シナリオ4 安全貯蔵後に施設の一部を解体撤去	<ul style="list-style-type: none"> ●1F サイト内の機器・構造物及び汚染土壌・地下水等の汚染の一部が管理・監視の状態で残存。廃棄物保管施設を設置し放射性廃棄物を処分施設に搬出まで保管 ●制限付きサイト解放。サイトを管理区域(廃棄物保管施設を含む)と解放区域に区分。安全貯蔵準備終了後、廃炉作業終了後、環境修復作業終了後など、段階的な解放区域の拡大もあり得る。 	<ul style="list-style-type: none"> ●施設を安全貯蔵の状態に置くため、廃炉作業に取り組む時期は遅くなる。 ●廃炉・サイト修復の終了時期が遅れるため、サイトの有効利用が可能になるまでに長期間を要する。 ●安全貯蔵工程での放射性廃棄物の安全な管理 ●放射性廃棄物の保管施設が設置されるので、サイト解放は限定される。 	<ul style="list-style-type: none"> ●解体撤去のための技術開発 ●安全貯蔵期間短縮 ●放射性廃棄物発生量の低減 ●放射性廃棄物の処分施設確保 ●環境スチュワードシップ¹での残存物の管理・監視

※日本原子力学会は福島第一原子力発電所廃炉検討委員会廃棄物検討分科会中間報告^[14]より作成

第5回ふくしま学(楽)会においては、この廃炉シナリオに併せて、廃炉シナリオ後の周辺地域再生を含めた「あるべき姿」のシナリオ検討について、多様なステークホルダーの参加も含め、公正性・公平性・透明性のある社会的合意形成プロセスのマネジメント及び廃炉を見届けることになる若者を含めた社会的討議が必要であるとの議論がなされている。

¹ 環境スチュワードシップとは「(アクティブな) 環境修復、環境評価の終了後、残留物による健康、環境への影響からの長期にわたる保護が必要な場合にとられる技術的、社会的な対応策；サイト管理、モニタリング、保守、情報管理など」と定義されている。^[15]

(2) 社会的討議の「場」での複数シナリオの可能性検討

これまで実施されてきたふくしま学（楽）会に加えて、2019年度より1F廃炉と地域社会との関係を研究するため、多様な分野の専門家や地元住民などが参加した「1F廃炉の先研究会」が社会的討議の「場」として開催されてきた。1F廃炉の先研究会では、1F廃炉事業の科学的・技術的な見直しを検討し、1Fサイトを取り巻く除染廃棄物・中間貯蔵施設の将来像も含め、1Fの事故遺産（地域資産）としての活用可能性などを含めた1F廃炉の先（End State）の社会的オプションを検討している。

1F廃炉の先研究会及び第5回ふくしま学（楽）会で示された廃炉の将来予測を通じて、日本原子力学会などの専門家が描く廃炉の先の可能性（選択肢）が、10代～80代の幅広い年代の多様な立場の参加者に共有されるとともに、そのために行う必要のあるプロセスとして、以下の4つの項目が挙げられた。

- (1) 専門知に基づいた科学的「時間軸シナリオ」設定
- (2) 住民主体の「あるべき未来像」設定
- (3) 多様なステークホルダーを巻き込んだ社会的討議の必要性
- (4) 未来志向の社会的討議が行える手法と社会的討議の「場」の研究

これらの4つの項目を実行していくために、Future Sessionによる多世代かつ多様なステークホルダーを巻き込んだ取り組み手法を提案する。

5.4. 多世代共創による取り組み手法の提案

2019年度に実施された第5回ふくしま学（楽）会において、1F廃炉の将来予測で必要とされたプロセス実施がすることが確認された4つの項目について、実施方法を以下に示す。

(1) 専門知に基づいた科学的「時間軸シナリオ」設定

東日本大震災以降に行われてきた福島県浜通り地域における放射線影響に関する調査研究、廃炉関連研究の知見を集約し、現時点で想定可能な概ね50年先・100年先までの放射能汚染に関する「時間軸シナリオ」を設定する。これらはいくまでも暫定シナリオであり、今後の議論を通じて変更の可能性があることを前提とする。そのため、4つのシナリオと専門知による将来予測やイノベーションを組み込み、長期的な時間軸の中で「あるべき姿」をアップデートし続けていくプロセスを構築する。

(2) 住民主体の「あるべき姿」設定

福島復興におけるトップダウン型のシステムモデル偏重の事業の反省から、共通の議論のできる場を通じた住民主体の将来の「あるべき姿」の設定をしていく必要がある。発展的に参加していくステークホルダーと地域住民（多世代、多分野、多地域）が、それぞれの個人レベル

で望む地域将来像を検討し、議論を通じて、意見を集約した「あるべき姿」を設定する。議論は地域の高等学校の生徒と連携することで、多世代の議論を行う。ただし、将来像は完全な集約は求めず、幾つかの選択肢となる場合もあり得る。

(3) 多様なステークホルダーを巻き込んだ社会的討議実施

(1)の専門家、(2)の住民に加え、多地域の市民、多分野の研究者、アーティストなどの多様なステークホルダーを巻き込んだ社会的討議を展開する。多様な専門知を有するステークホルダーのコミュニケーション活性を図ることで、合意形成・将来価値の先読みを行っていく。第5回ふくしま学（楽）会における社会的討議に際しては、以下の時間軸を目安としたマイルストーンを設け、主に震災当時に小学生であった世代をベースにライフステージを考えた議論を行った。

10年後 20代後半 高校生が大学を出て就職をする頃、結婚する人もいる状況

25年後 40代前半 子育て世代、現在の親世代に近い状況

40年後 50代後半 会社も退職間近、廃炉も何らかの方針が出ている状況

(4) 未来志向の社会的討議が行える手法と社会的討議の「場」の研究

プラットフォームマネジメントにおける場のデザインに関して、廃炉事業などの原子力産業と地域社会との社会的討議の「場」の形成について調査研究し、多様なステークホルダーによる社会的討議の方法として、**Future Session** による「場」づくりを試行的に実施した。

継続的な社会的討議の「場」に関しては、行政や地域教育機関の取り組みとしての落とし込み、もしくは福島県が2020年8月に開設する東日本大震災・原子力災害アーカイブ施設・「伝承館」などと連携するなどして、将来の「あるべき姿」を継続的に共有していく仕組みを検討している。

5.4.1. Future Session によるステークホルダーの拡大とシナリオ検討

ふくしま学（楽）会において、厳密には現世代であるが、これから生まれてくる将来世代との橋渡し役となることが期待される10代の高校生（ふたば未来学園）が参加した。ふたば未来学園では、学生各自の考えるテーマを深掘り、実践等を経て調査研究を行っていく探究ゼミの取り組みを行っている。彼らの取り組みをふくしま学（楽）会で共有・討議することで、**Future Session** における多様なステークホルダーと行動を起こすことにつながると期待される。実際に、過去のふくしま学（楽）会に参加した卒業生が1F廃炉の先研究会に参加し、将来的にも福島復興・1F廃炉に係る課題に関わり続ける関係性構築が既になされている。また、ふくしま学（楽）会にて提言された地域アート・福祉との連携プロジェクトとの連携も期待されている。

1F廃炉は、その技術的な困難と放射性廃棄物の課題等により、将来の不確実性のあるプロジェクトであり、そのシナリオによって福島復興のプログラム全体にも大きなインパクトを与え

る。そのため、4つのシナリオと専門知による将来予測やイノベーションを Future Session により組み込み、将来の「あるべき姿」とそこにいたる道筋を長期的な時間軸の中でアップデートし続けていくプロセスを通じて、地域の合意形成・社会イノベーションによる福島復興のプログラムシナリオを検討する。

1F 廃炉と福島復興という長期にわたるプログラムにおいては、研究開発による技術的な課題解決や、他方の現時点では想定できない新たな課題が判明する可能性がある。そのため、長期的な時間軸の中で Future Session を通じた将来世代のステークホルダーの拡大をしていくことで、現状シナリオに対する「あるべき姿」とその道筋となるシナリオをアップデートすることが可能となる。本研究で提案する多世代によるシナリオ検討手法を図 5.4.1 に示す。

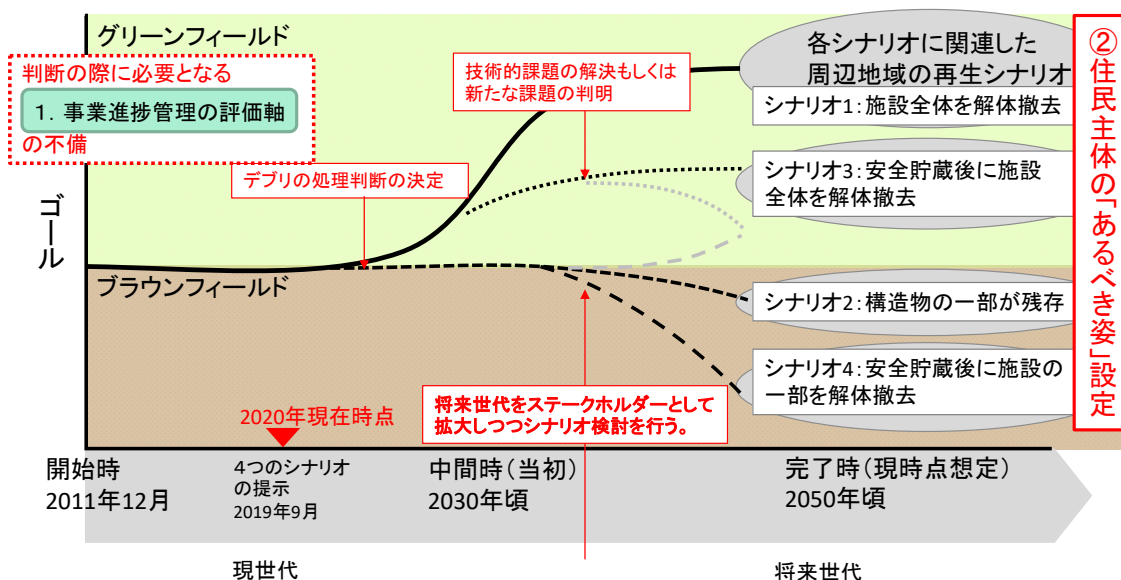


図 5.4.1 1F 廃炉の複数シナリオ展開と時間軸

現状では、それぞれの時系列で判断する際の評価軸に不備があり、どの基準でどう判断するかが設定されていない。豊島で使用した LCA の一手法である統合化指標 ELP の場合、アンケート調査によりカテゴリー重要度を決定（社会のニーズを反映した重み付け）した環境性指標であった。豊島の事例は、二次公害を出さない、撤去と再生利用を謳ったものであり、そのために環境性評価指標として LCA を活用した。1F 廃炉事業は環境汚染の性質や影響の地理的範囲が豊島事業とは異なり、同様の手法では評価できない。1F 廃炉事業の評価項目としては、放射性物質が中心となるが、その影響、拡散、作業員の安全、年数、風評被害等が考えられるが、東電と住民で優先する評価項目に差があるのは明らかであり、豊島の事例が、「二次公害を出さない、撤去と再生利用」という環境価値を掲げることで事業者・住民が納得して LCA という評価軸を用いたのと比較して、1F 廃炉事業は、プロジェクトの理念・あるべき姿が定まって

いないことによって、ステークホルダー間の共通した評価軸、優先度が定まっていないことが課題である。これらの社会的合意形成プロセスを進めるためにもステークホルダーと議論しやすい場の設定が必要であると考えられる。

(1) シナリオ検討手法 (クロス SWOT 分析)

具体的に複数シナリオ展開と時間軸にしたがって、課題等が発生した場合、シナリオ検討をいかにして進めていくかを示す。[吉田ら, 2014]^[17]は、プログラムの遂行中に新たな課題が発見された場合は、プロジェクト化し、プロジェクト群に組み込んで、プログラムを統括するとしている。本研究においても、その時点での状況判断を行うためにクロス SWOT 分析を活用し、その状況判断を基にロジックモデルを描き、プログラムの目標設計の例を示す。

図 5.4.2 は、第 5 回ふくしま学 (楽) 会^[16]の検討内容を基に筆者が試行した 1F 周辺地域再生シナリオのためのクロス SWOT 分析である。これは 1F 廃炉事業の技術的なシナリオではなく、1F 廃炉の 4 つのシナリオを受けて、参加した住民視点の 1F の周辺地域の再生シナリオである。

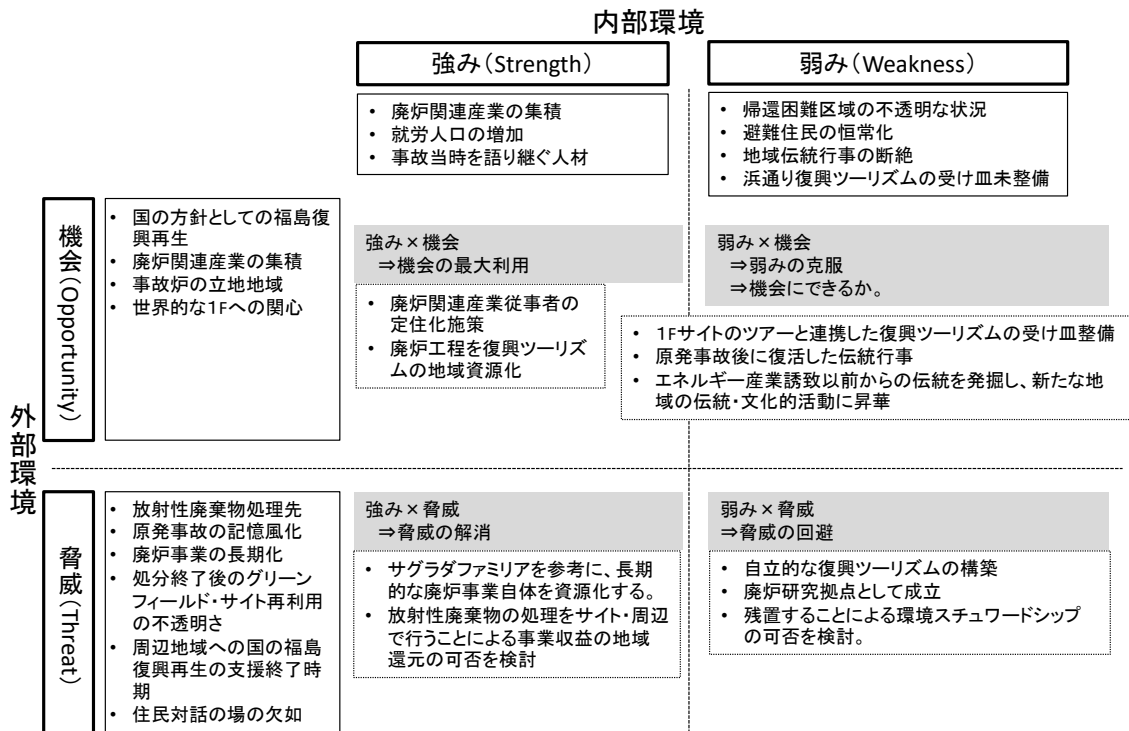


図 5.4.2 1F 周辺地域の再生シナリオのためのクロス SWOT 分析例

第 5 回ふくしま学 (楽) 会^[16]の中で、1F をヘリテージとして考える場合の廃炉の End State

の考え方が議論された。しかし、日本原子力学会の中間報告^[15]の4つのシナリオでは、それぞれにおける End State へのプロセスと残る形が異なり、それぞれの強みと考えていたことが将来的な脅威となる可能性もある。このような点を踏まえ、それぞれ4つのケースにおける SWOT 分析からのシナリオ策定が必要となると考えられる。

(2) 1F 廃炉のデシジョンツリー及び影響する地域再生シナリオ作成

環境の変化に対する状況マネジメント及びシナリオ策定手法については、濱田らの研究^[18]を参考にした。選考研究の状況マネジメントとしてのシナリオ作成のデシジョンツリー及び SWOT 分析を活用したシナリオ作成を参考にし、図 5.4.3 の 1F 廃炉事業におけるデシジョンツリー、図 5.4.4 の4つのシナリオに対応する地域再生シナリオを作成した。

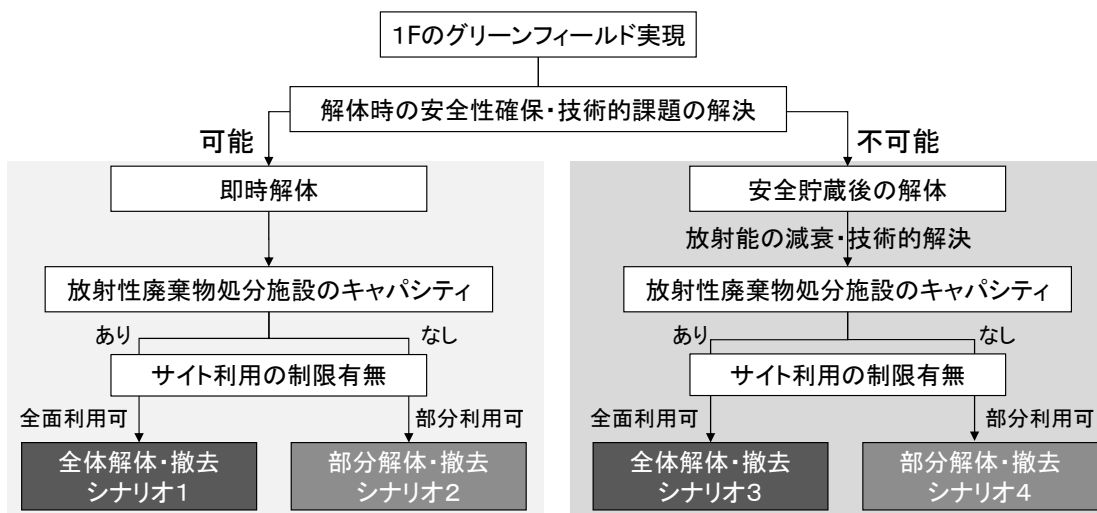


図 5.4.3 1F 廃炉シナリオのデシジョンツリー

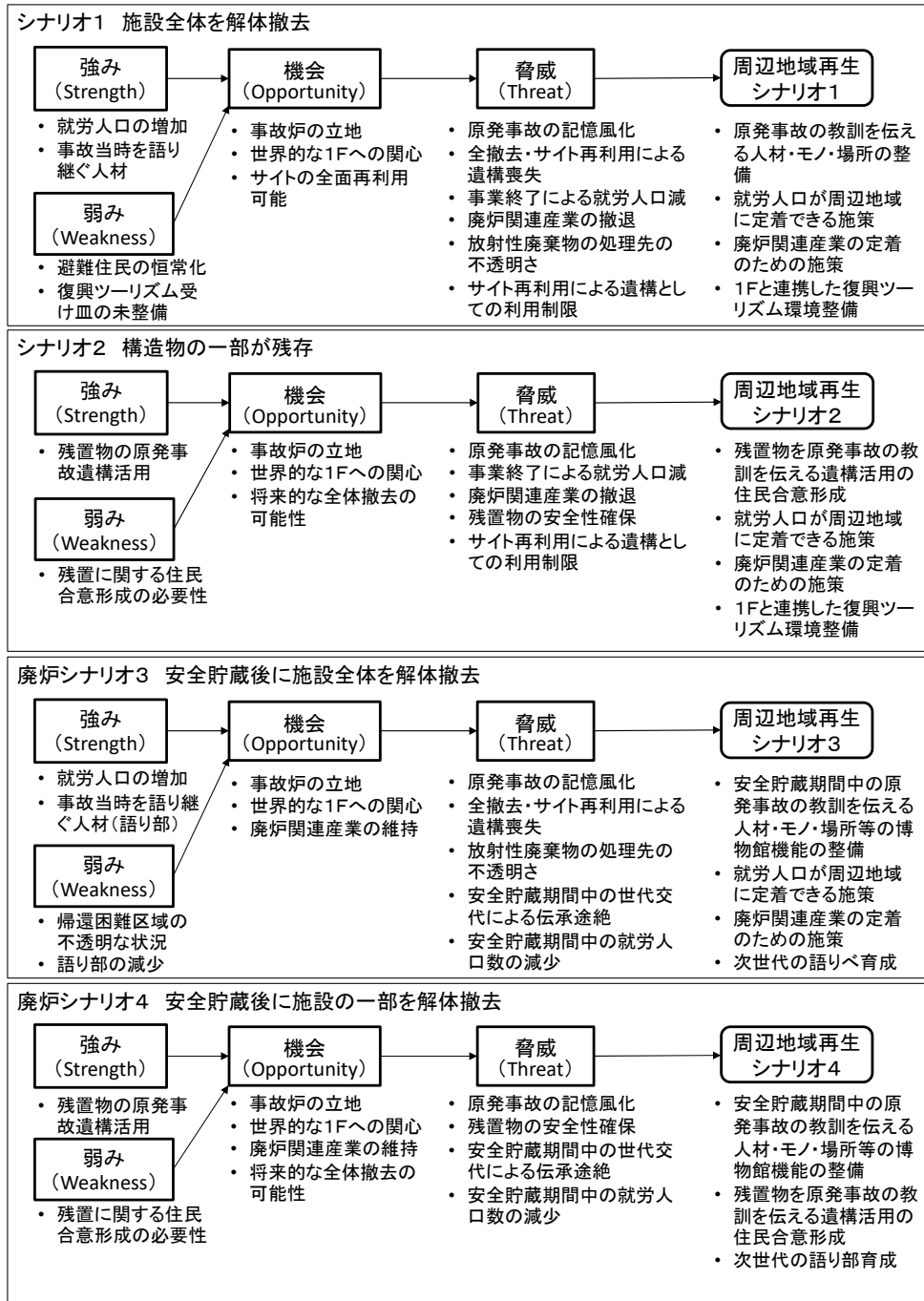


図 5.4.4 シナリオ別のクロス SWOT 分析を適用した地域再生シナリオ例

Future Session の手法を通じ、各ステークホルダーが発展的に参加していき、その時点での状況判断・目標設計を通じた複数シナリオ展開を将来世代にわたって実施していくことで、今

後起こりうる状況に対し、適切にプロファイリングマネジメントを行う。それにより、各ステークホルダーが柔軟に対応し、公正性・公平性・透明性のある社会的合意形成プロセスを実行できるコミュニティの文化系価値基盤が構築されると考える。これらは今後のふくしま学(楽)会、各研究会を通じたアクションリサーチによって実証していく予定である。

5.5. 1F 廃炉と周辺地域の再生における多世代共創プラットフォームマネジメントの課題と対応

各シナリオに関連した 1F 周辺地域の再生シナリオを検討することで、プログラム全体価値を達成するために必要な目標設定・課題・課題解決の方法を洗い出す(表 5.5.1)。

表 5.5.1 周辺地域の再生シナリオ検討のための目標設定・課題抽出

目標	1F 周辺地域課題	課題解決のための方法
<ul style="list-style-type: none"> ●地域のありたい姿の実現 ●誇りあるふるさとの再生 ●原子力災害の教訓伝承 	<ul style="list-style-type: none"> ●全体撤去・部分撤去シナリオ毎の 1F と地域の関係性・利活用の議論が必要 ●環境再生後のサイト再利用の合意形成 ●安全な管理がなされているかの市民(第三者)による監視 ●地域の伝統・文化の復興 	<ul style="list-style-type: none"> ●多世代・各ステークホルダー参加による社会的合意プロセスの実行 ●将来的に続く情報共有のプラットフォーム構築 ●将来世代に伝える ●各ステークホルダー共創による再生シナリオ実行体制構築

この目標設定・課題・課題解決の方法から周辺地域の再生が実現される姿、そしてそれを生み出すための中長期アウトカムを想定して表 5.5.2 の周辺地域の再生ロジックモデルを設定する。このロジックモデルについては、今後多世代共創プラットフォームとなる場において、前述の分析を行いつつ作り上げていくことを想定している。

表 5.5.2 1F 周辺地域の再生ロジックモデル

戦略		想定事項		
誇りあるふるさと、地域経済・社会の再生 <ul style="list-style-type: none"> ●生活環境の復旧 ●地域経済の再生、新産業集積 ●誇りあるふるさとの再生 ●原子力災害の教訓伝承 		<ul style="list-style-type: none"> ●福島復興再生予算の年限 ●原子力災害の記憶の風化 ●進む少子高齢化 ●避難住民の恒常化 		
資源	活動	短期のアウトプット	短期と長期のアウトカム	インパクト
<ul style="list-style-type: none"> ●福島第一原発(1F)と廃炉事業 ●廃炉・ロボット・再エネ産業集積 ●語り部人材 ●地域探究を行う高校生 ●対話を行う住民組織 	<ul style="list-style-type: none"> ●多世代・各ステークホルダー参加による社会的合意プロセスの実行 ●将来的に続く情報共有のプラットフォーム構築 ●将来世代に伝える ●各ステークホルダー共創による再生シナリオ実行体制構築 ●1F の地域資源活用 	<ul style="list-style-type: none"> ●End state に向けた各ステークホルダーによる対話 ●対話を通じた情報共有プラットフォームの構築 ●科学的根拠・実現可能性に基づいたシナリオ検討 	<ul style="list-style-type: none"> ●世代をわたっての共創を可能とする地域プラットフォーム実現 	<ul style="list-style-type: none"> ●原子力災害からの復興再生を世界へ発信している。 ●エネルギー産業以前からの地域の伝統・魅力を次世代に引き継ぐ基盤が構築される。

各シナリオに共通して、社会的合意プロセスの実行や、情報共有プラットフォーム、再生シナリオを実行していく体制構築が課題解決に必要と考えられる。これを実現していくために、Future Session を活用し、福島復興における多世代共創プラットフォームをマネジメントしていく。[小原, 2003]^[10]によれば、プラットフォームは、広い意味での文化圏の異なる専門的な人材を結集し、異質な知識を統合して新しい価値を創造する基盤としての意味があるとされている。

また、[中山ら, 2014]^[19]の示す地域創発型プラットフォームを支援する3つのプラットフォーム（内部構造）とそれを参考に大規模環境破壊の先行例である豊島事業のプラットフォームを分析した第1章の共創プラットフォーム概要図[中野ら, 2019]^[20]を1F廃炉事業に適用したケースを図5.5.1に示す。

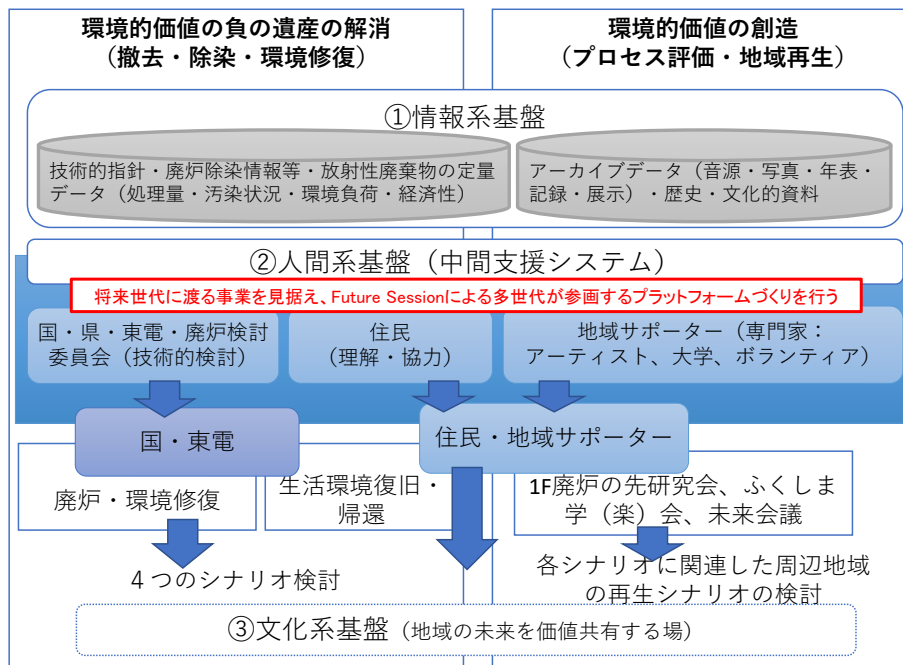


図 5.5.1 福島復興の多世代共創プラットフォームの構造

先行事例である豊島事業のプラットフォームでは、多様なステークホルダーが関わりつつ、産業廃棄物の不法投棄の問題解決にも取り組みながら、アートという新しい価値も見出して、それをきっかけに多様なステークホルダーが協働する場が構築できている。

豊島事業が万事順調に進んだわけではなく、事業開始間もなく爆発事故や、撤去完了後も汚染が取り除けていない等の課題が事業進捗と共に現れてきた。そこで事業者と住民が対立して物別れに終わらずに、コミュニケーションの規範と場があることで双方が納得して進めるプ

プラットフォームが形成されてきた。

この観点から福島浜通り地域を分析すると、福島にはまだ共創プラットフォームに関するさまざまな要素が足りておらず、これらの要素を繋げて、多様なステークホルダーの協働関係を構築していくことが重要であることが分かる。

Future Session による新たなステークホルダーを人的プラットフォームに加えていくことで、福島復興におけるプログラムの価値基盤を強化していくと同時に、多世代に渡る長期的対応を可能にするプラットフォームが構築されると考える。その中で共通にある意味・価値認識したものを活かした地域づくりが進んでいくようなプロセスが構築されることが重要である。これをトリガーにしながら、地域課題に取り組む体制をつくっていくことが重要である。

5.5.1. 1F 廃炉事業における事業進捗管理の評価軸の課題

1F 廃炉事業における事業進捗管理の評価軸として、1F 事故炉の廃炉に係る総合的な経済性評価は、詳細に行われている情報は見当たらない。豊島事業は技術検討委員会を通じて経済性評価を行うための情報収集が可能であったことと異なり、福島の事例では、情報は廃炉実施主体である東京電力が持っている状況である。しかし、原子力損害賠償・廃炉等支援機構、東京電力による新々・総合特別事業計画（第三次計画）等の計画において、予算計画が示されている[原子力損害賠償・廃炉等支援機構、東京電力, 2019]^[21]ことから、現状の賠償金支払い状況を勘案した評価を表 5.5.3 に示す。

表 5.5.3 事故炉の廃炉に係る総合的な経済性評価

項目	金額	出典
廃炉費用	約 8 兆円	新々・総合特別事業計画(第三次計画)※2017 年 5 月認定(最新 2020 年 4 月変更認定)
賠償費用	約 12 兆円 (約 10 兆円)	新々・総合特別事業計画(第三次計画) ()内東京電力賠償金支払い状況
中間貯蔵費用	約 6 兆円	新々・総合特別事業計画(第三次計画)
合計	約 26 兆円	

ただし、この表の数値は、40 年で廃炉が完了する前提の見込み金額であり、安全貯蔵が必要となる場合、費用はさらに上振れする。また、燃料デブリ等の高レベル放射性廃棄物の安全貯蔵と最終処分費用が含まれていない。

情報系基盤としても、これらの年次費用のモニタリング情報が集約されておらず、各プログラムの費用内訳をすぐに見つけることができない状況は、情報の非対称性を強化する要因ともなっている。

以上の課題はあるものの、LCC等の経済性評価は豊島事業とは規模感は異なるものの福島復興・廃炉事業においても共通の評価軸となりうる。

事業進捗管理の評価軸として参考とした豊島事業は、二次公害をださずに産廃撤去・再生利用をすることを環境価値として示すために、環境負荷・経済性評価を評価指標として用いることを香川県と住民双方が納得して進めてきた。

一方で、5.3.1の項で、福島復興における複数シナリオ展開と時間軸(図 5.4.1)を示したが、シナリオの選択肢を判断する評価軸が定まっていない。評価軸を定める上で、あるべき姿を実現する方針を各ステークホルダーで共有する必要があるが、その姿もはっきりとしていないのが現状である。

前項でふくしま学(楽)会での検討状況をクロスSWOT分析し、その内容と日本原子力学会のシナリオに適用したシナリオ別クロスSWOT分析を行った(図 5.4.4)が、イメージを可視化し、各ステークホルダーが参加したオープンな議論の場で双方が納得する事業によって実現する環境価値の共有や評価軸を共有していくことが必要となる。これらのプロセスによって、プラットフォームマネジメントにおけるコンテキストの理解、プロトコルの共有が可能となる。

豊島事業で使用したLCAの一つである統合化指標ELP(Environmental Load Point)の場合、9つのインパクトカテゴリーを評価、アンケート調査によりカテゴリー重要度を決定(社会のニーズを反映した重み付け)することで、異なる分野のものを比較評価することが可能であった。

1F廃炉事業の評価軸については、定量的な情報から判断できる放射性物質の拡散、作業員の安全、住民の安全などの項目以外にも、風評被害といった消費者心理に関わる項目や、定量情報の判断についても異なる立場の専門家の情報が住民・国民によって受け取り方が異なるという課題がある。また、定量的な情報の判断の優先順位について、国・事業者と住民ではギャップがある(図 5.5.2)。

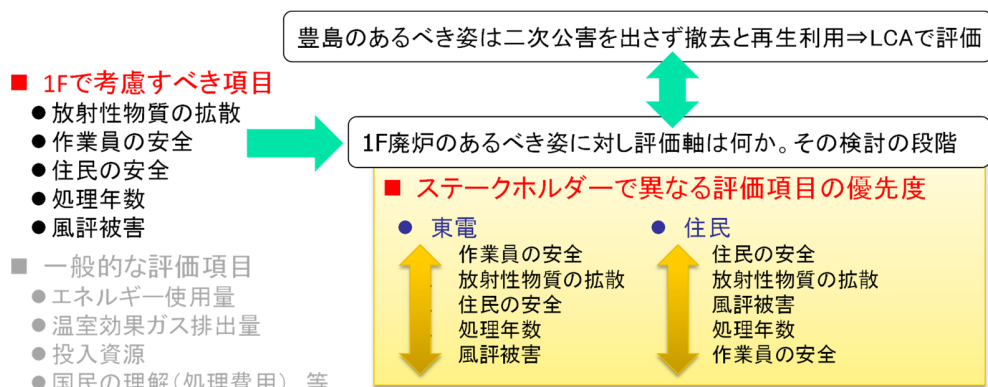


図 5.5.2.1 F事故炉の廃炉に係る評価指標の課題

福島復興・廃炉事業においても環境へのインパクトを評価し、事業判断を行った際の国と住民のギャップが発生した例として、ALPS 処理水の処分方法がある。

ALPS 処理水の処分方法について、地層注入、水蒸気放出、海洋放出、水素放出、地下埋設の 5 ケースが検討された。環境影響評価は別途 UNSCEAR16 による推計がなされた[多核種除去設備等処理水の取扱いに関する小委員会, 2020]^[22]が、大気放出と海洋放出の 2 ケースのみであった。

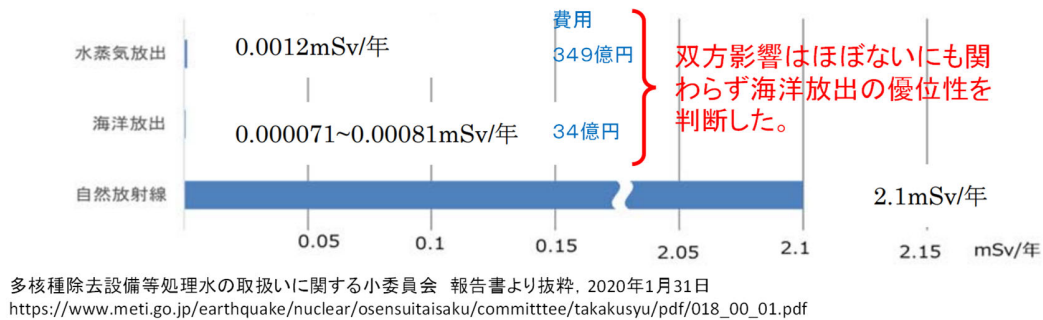


図 5.5.3 UNSCEAR2016 モデルによる大気放出と海洋放出の評価と自然放射線との比較

事業マネジメントにおける評価軸と優先順位の合意がなされていないことにより、判断の妥当性に対する合意形成が成立しないまま、海洋放出に決定したことから、妥当性を判断する事業者側・住民（国民）共通の評価軸を共有する必要がある。

5.5.2. 事業進捗を理解するための可視化の必要性

(1) 可視化によるあるべき姿のコミュニケーション手法の考察

豊島事業では、過去の過去の地形データ、現在の地形データを入手して住民自ら返還地形の検討を行い、香川県との跡地返還の条件交渉に際し、返還の条件である安全な形を過去の地形データや地形整備に必要な土量データ等の定量情報を活用し、科学的知見を基に香川県と議論を行っている。このように住民セクターが積極的な情報系基盤の活用を行っている点が福島と大きく異なる。

また、住民間のコミュニケーションとして、環境修復後の将来の姿について、過去の地形・構造物の建設から現在の状況を示すことで、完了後のあるべき姿を検討することが豊島では有効であり、豊島学（楽）会というオープンな場で議論された。



図 5.5.4 過去からの情報と事業進捗の情報を通じた議論の材料イメージ
(航空写真は国土地理院地図より)

この例にあるように情報系基盤の強化によって、科学的「時間軸シナリオ」や、「あるべき姿」を可視化し、住民自らが情報を扱うことで、住民理解が促進され、情報の非対称性が解消される。これにより、人間系基盤における住民参画、文化系基盤におけるコミュニケーション活性がなされることで、共創の理念における対等の原則が成立する。

1F 廃炉や復興事業において、過去からの情報と事業進捗情報の可視化を通じて、将来のあるべき姿のイメージを議論することが期待できる。このような住民自らもしくは第三者の情報を利活用できる情報系基盤の強化がプラットフォームにおける人間系基盤、文化系基盤の強化・活性をもたらすと考えられる。

(2) 双方向な情報活用によるコミュニケーションの提案

1F 廃炉の情報公開として、現場の情報を映像と CG で説明するわかりやすいガイド映像ツアー等の取り組みが行われている。しかし、一方向への発信であり、双方向のコミュニケーション活性を行うものではない点が課題である。



図 5.5.5 Inside Fukushima Daiichi～廃炉の現場をめぐるバーチャルツアー～[東京電力, 2021][23]

一方で、ふたば未来学園の高校生が 1F 構内の 3D モデルをアーカイブデータとして残すプロジェクトを試行中である。ゲーム内でデフォルメされた 3D モデルを作成し、作品を世界に公開することも可能であり、若者世代が主体的に参加できる手法として期待している。しかし、情報不足で制作できておらず、協働でこれらの情報を相互に活用することで、情報系価値基盤が強化されると考えられる。

福島復興・廃炉事業の情報系基盤の課題は、一方向の発信かつ情報が多すぎてたどりつけない点にある。住民自ら情報を利活用できる基盤があったことが豊島とは異なる。

豊島の知見からも、一方向的な情報ではなく、協働でこれらのデータを活用する双方向性を持つことで、情報の非対称性を解消し、対等な関係性を構築することが望ましい。

5.6. 第 5 章の総括：長期の環境修復における共創の「場」に必要となる評価軸

5.6.1. 1F 廃炉事業におけるプラットフォームマネジメントの課題

1F 廃炉事業におけるプラットフォームマネジメントの課題について、共通の議論ができる場の提案とわかりやすい情報（可視化）、共通の評価軸の必要性を示した。評価軸については、妥当性を判断する事業者側・住民共通の評価軸が必要であり、加えて、情報系基盤の強化には、双方向で情報を活用できる取り組みが必要である（図 5.6.1）。

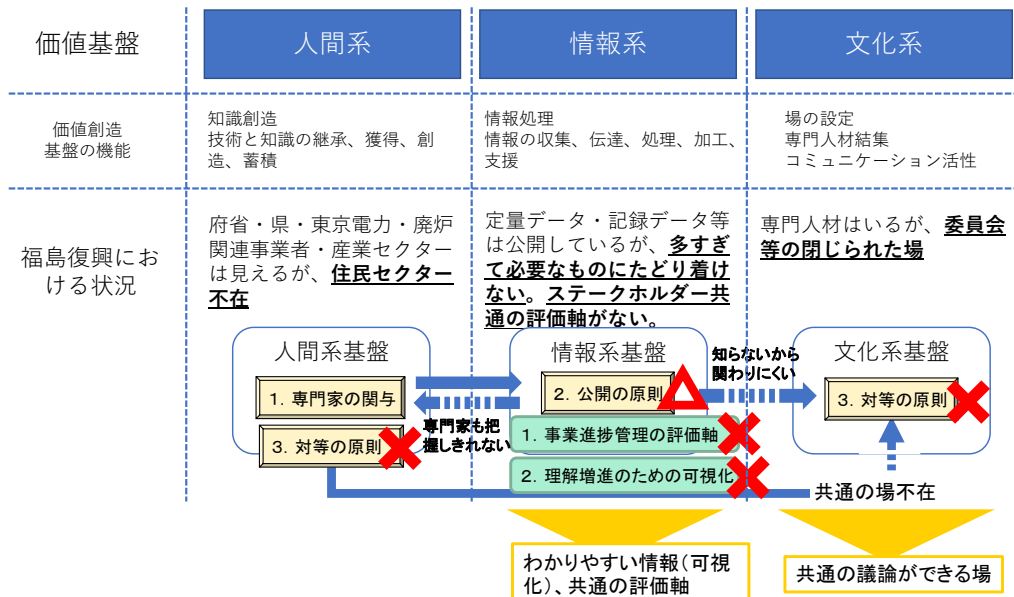


図 5.6.1 1F 廃炉事業のプラットフォームの課題と強化する要素

情報系基盤の面では、豊島では二次公害を出さないための環境性評価という共通の評価軸があったのに対し、福島復興事業の事業マネジメントに係る評価軸は定まっていない。環境影響・リスクの評価軸について、妥当性を判断する事業者側・住民（国民）共通の評価軸が必要であり、今後、検討・合意形成を要する。

人間系基盤の面では、豊島事業が主体的な住民セクターの組織的な参画があり、事業に住民意見が反映されてきた点に対し、福島復興では国・企業セクターがあるのに対し、住民セクターが組織的に関与していない。

文化系基盤では、豊島事業では、技術検討委員会・協議会の場の設定や委員会等に加え豊島学（楽）会という共通の議論ができる場があったのに対し、福島復興では専門家はいるが閉じられた委員会の場のみである。この課題に対し、豊島の知見の応用として、ふくしま学（楽）会における共通の議論ができる場の実践を行った。

福島の課題に対する豊島の知見として、共通の議論ができる場の福島復興での実践が行われた。また、情報系基盤の強化について、共通の評価軸の必要性を示した。

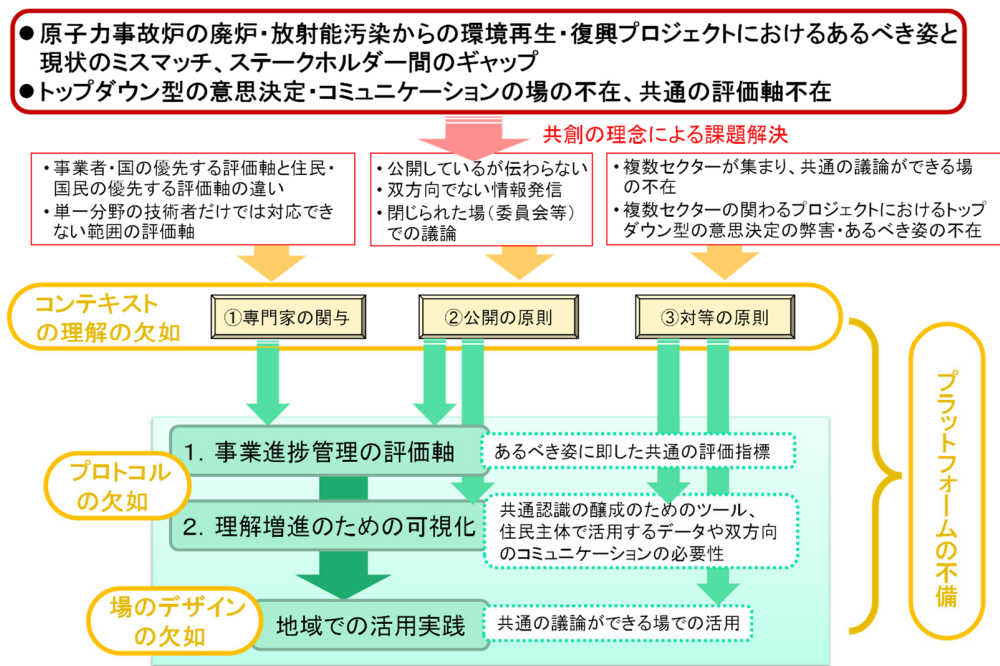


図 5.6.2 1F 廃炉・福島復興における共創の理念と課題解決のためのプラットフォームマネジメント

1F 廃炉・福島復興のあるべき姿と現状のミスマッチ、ステークホルダー間のギャップ、トップダウン型の意思決定によるコミュニケーションの場の不在と共通の評価軸不在の課題について、プラットフォームマネジメントの要件との対応を示す。コンテキストの理解、プロトコル

の共有、場のデザインの各要件に欠如した要素について、豊島事業の知見を活用しつつ、より複雑な問題を抱える福島に対応した研究要素の必要性を示した。

5.6.2. 長期の環境修復における共創の「場」に必要となる評価軸

共通の議論ができる場として実践してきたふくしま学（楽）会において、これまで、多様な学術分野の研究者によって行われてきた福島復興研究を総括し、科学的数値データから見込まれる福島県浜通り地域の未来像を推計し、福島県浜通り地域の社会的側面に焦点を当てた「災害復興シナリオ」を構築する取り組みを行ってきた。

こうした福島における「災害復興シナリオ」構築の際には、地域内外の多様なステークホルダーが参加した社会的討議の「場」の形成が不可欠である。このような観点から、第5章では、プラットフォームづくりにおける課題とその解決のためにこれまで行われてきたことを示してきた。

従来の福島復興では、科学的調査研究や社会経済的分析のみが先行し、「結論ありき」の議論が行われてきた傾向が強い。本研究の独創性は、学術的調査研究と同時並行で実施する住民参加の社会的討議の「場」の形成によって、地域社会の「あるべき未来像」を検討することで、科学技術と地域社会との「妥協点」を探り、縮減社会における持続可能な地域社会の形成に向けたシナリオである「災害復興シナリオ」を構築することにある。そして、重要な点はこれらの「災害復興シナリオ」が暫定的なものであるということである。多世代にわたるプログラムでは、その時代に応じた価値観の変遷という不確実性に対応して、シナリオも見直していくことが求められる。

福島復興においては、プラットフォーム内での新たなつながりによって醸成される全体使命を実現するためのさまざまなプロジェクトが発生しうる。そのため、各プロジェクトの資源を共有化させ、有機的に連携し、プラットフォームの企図する価値の総和を実現させることが重要となる¹⁷⁾。また、こういったシステム構築のマネジメントにおいては、スキームモデルでプロジェクトが提供する価値のシナリオについて関係者間で合意し、プロジェクトの進行状況に合わせてシナリオの修正をすることが重要である¹⁸⁾。このような観点を実現させる手法を提供したことが、本研究が貢献できた点であると考えられる。

従来の災害復旧復興政策は災害対策基本法の考え方から「出来るだけ速やかに元に戻す」ことが基本であった。福島県浜通り地域の復興も同様の考え方で行われてきたが、原子力災害の被災地における速やかな復興は難しく、多世代に渡る長期的対応が必要であり、最終的には「元に戻す復興」ではなく、「新たな環境条件に適応可能な復興」となる可能性が高い。しかし、多くの復興研究におけるゴール設定は被災地域が元の状態に復興することであり、さらにより安全で安心な地域社会づくりにつながることを目指されてきた。本研究では、世代を渡る長期的

な時間軸の中で、将来の「あるべき姿」に向けた復興シナリオを描く上で、「元に戻らない復興」のシナリオも含めた検討の必要性を示している。ただし、本研究で示す「元に戻らない復興」は、決して後ろ向きの意味ではなく、「被災地の復興と新しい環境の創造」を意味するものである。

また、世代を渡る長期的な時間軸の中では、「あるべき姿」が変容することもあり、その点において暫定的であり、社会情勢の変化に応じて柔軟に適応することがあり得るという点が重要である。従来の福島復興では、「結論ありき」のシナリオでさえ、一度決めてしまったものは変更があってはならないものであり、失敗にともなう計画の変更や、不測の事態があっても復興のスケジュール変更を認めないものであった。その端的な事例として、廃炉作業において一度決めたデブリの取り出しスケジュールを優先し、サンプルレベルのデブリ取り出しを行うことに現場が固執したことや、復興五輪を見据えた常磐線の開通や住民帰還の実をとまなわれない帰還困難区域の解除など、計画やプロセスが優先されているという現実がある。

我が国のプロジェクトマネジメントにおいては、一度決定した既定路線を変革することは非常に難しいとされてきた。このため、復興の形も旧来型の「元に戻す復興」が選択され、揺るぎない「あるべき姿」の変更も難しい。長期的時間軸の中での多世代共創は、こうした2つのタブーを乗り越えていくことを期待している。

参考文献

- [1] 復興庁「福島復興再生基本方針」2012年7月13日、
<http://www.reconstruction.go.jp/topics/houshinhonbun.pdf>（閲覧日：2020年3月18日）
- [2] 復興庁『復興・創生期間』後における東日本大震災からの復興の基本方針」2019年12月20日、
http://www.reconstruction.go.jp/topics/main-cat12/sub-cat12-1/20191220_kihonhoshin.pdf
（閲覧日：2020年3月14日）
- [3] 復興庁「全国の避難者の数（所在都道府県別・所在施設別の数）」2020年2月28日
<http://www.reconstruction.go.jp/topics/main-cat2/sub-cat2-1/hinanshasuu.html>（閲覧日：2020年3月11日）
- [4] 廃炉・汚染水対策関係閣僚等会議「東京電力ホールディングス(株)福島第一原子力発電所の廃止措置等に向けた中長期ロードマップ」2019年12月27日
<https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/20191227.pdf>（閲覧日：2020年3月10日）
- [5] 李洸昊、永井祐二、松岡俊二、「福島復興における地域課題解決型プラットフォームマネジメントの実践：ふくしま学（楽）会を事例に」国際P2M学会誌 Vol.14 No.1、pp.51-64、2019
- [6] 野村恭彦、「フューチャーセッションによる参加型イノベーションの可能性」、研究技術計画、Vol.28, No.2、pp.207-218、2013

- [7] 中山政行、亀山秀雄、「プログラムプラットフォームによる創発的地域活性化プロジェクトに関する研究」、国際 P2M 学会誌、Vol.9, No.1、pp. 141-152、2014
- [8] 小原重信、「P2M プラットフォームマネジメント文脈と論理〜クロスボーダー型協働と超サービス製造業への能力強化〜」、国際 P2M 学会誌、Vol.5, No.2、pp. 3-13、2011
- [9] 村瀬達哉、「政府開発援助への P2M 導入におけるいくつかの考察」、国際 P2M 学会誌、Vol.5 No.1、pp.43-51、2010
- [10] 小原重信、「P2M プロジェクト&プログラムマネジメント標準ガイドブック上巻 プログラムマネジメント編」、PHP 研究所、2003
- [11] 沖浦文彦、「社会構造変革の取組みにおける P2M の役割とその適用枠組みの検討」、国際 P2M 学会誌、Vol.16, No.1、pp.186-212、2021
- [12] 小原重信、亀山秀雄、「P2M 理論を適用した環境プロジェクトマネジメントと大学院教育：プロジェクトガバナンス前提と創造的統合マネジメントツール」、国際 P2M 学会誌、Vol. 7, No.1、pp. 83-96、2012
- [13] 山本秀男、「P2M 理論の拡張に関する考察」、国際 P2M 学会誌、Vol.13, No.2、pp. 26-45、2019
- [14] 福島 12 市町村の将来像に関する有識者検討会「福島 12 市町村将来像実現ロードマップ 2020（概要版）」2019 年 6 月 2 日、https://www.reconstruction.go.jp/topics/main-cat1/sub-cat1-4/f12fup/190602_14_shiryuu1.pdf（閲覧日：2020 年 3 月 18 日）
- [15] 一般社団法人日本原子力学会福島第一原子力発電所廃炉検討委員会廃棄物検討分科会、「国際標準からみた廃棄物管理- 廃棄物検討分科会中間報告 -」、一般社団法人日本原子力学会、2020 年 7 月 21 日、<http://aesj.net/hp/documents/廃棄物分科会%20中間報告-最終 0714.pdf>（閲覧日：2020 年 8 月 21 日）
- [16] 早稲田大学ふくしま広野未来創造リサーチセンター、「第 5 回ふくしま学（楽）会「ふくしまから伝えたいこと、知らなければいけないこと。」報告書」、2020 年 3 月 15 日、<http://www.waseda.jp/prj-matsuoka311/material/5thfukureport.pdf>（閲覧日：2020 年 3 月 18 日）
- [17] 吉田邦夫、山本秀男、「イノベーションを確実に遂行する 実践プログラムマネジメント」、日刊工業新聞社、2014
- [18] 濱田佑希、青山智春、越島一郎、渡辺研司、永里賢治、「状況マネジメントのための動的対応シナリオ策定手法に関する基礎的研究」、国際 P2M 学会誌、Vol9, No.2、pp.237-254、2015
- [19] 中山政行、亀山秀雄、「P2M プラットフォームマネジメントによる地域活性化の事例分析」、国際 P2M 学会誌、Vol.8, No.2、pp.71-82、2014
- [20] 中野健太郎、永井祐二、小野田弘士、永田勝也、「住民と行政の関係構築における P2M 手法の適用分析〜豊島事件を題材として〜」、国際 P2M 学会誌、Vol.14, No.1、pp. 35-50、2019
- [21] 原子力損害賠償・廃炉等支援機構、東京電力、「新々・総合特別事業計画（第三次計画）」、2019

年 4 月 23 日、<https://www.meti.go.jp/press/2019/04/20190423006/20190423006-1.pdf> (閲覧日：2021 年 12 月 26 日)

[22] 多核種除去設備等処理水の取扱いに関する小委員会、「報告書」、経済産業省、2020 年 1 月 30 日、

https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/osensuitaisaku/committee/takakusyu/pdf/018_00_01.pdf
(閲覧日：2021 年 12 月 26 日)

[23] 東京電力、「Inside Fukushima Daiichi～廃炉の現場をめぐるバーチャルツアー～ | 東京電力」、<https://www.tepco.co.jp/insidefukushimadaiichi/index-j.html> (閲覧日：2021 年 10 月 26 日)

第6章

総括と今後の展望

第6章では本研究の総括を示す。環境汚染からの再生事業という対立構造・複雑な問題を抱えつつ遂行する困難なプロジェクトでは、共創による事業遂行とそれを実効性あるものとするプラットフォームが肝要であることを示した。

豊島事業の分析から、科学に基づく判断、情報を理解し自分のものとするための双方向なコミュニケーション、共通の理解による情報の非対称性解消によって共創の理念が実現されてきたことを示した。その要素として、共通の評価軸、情報の可視化による対等な関係性構築の重要性を示した。本研究の対象地域での実践では、共通の議論ができる場において、共通の評価軸・可視化が活用されることにより、共創を実現し、そのプラットフォームが未知の環境再生の取り組みにおける有効性を明らかにした。

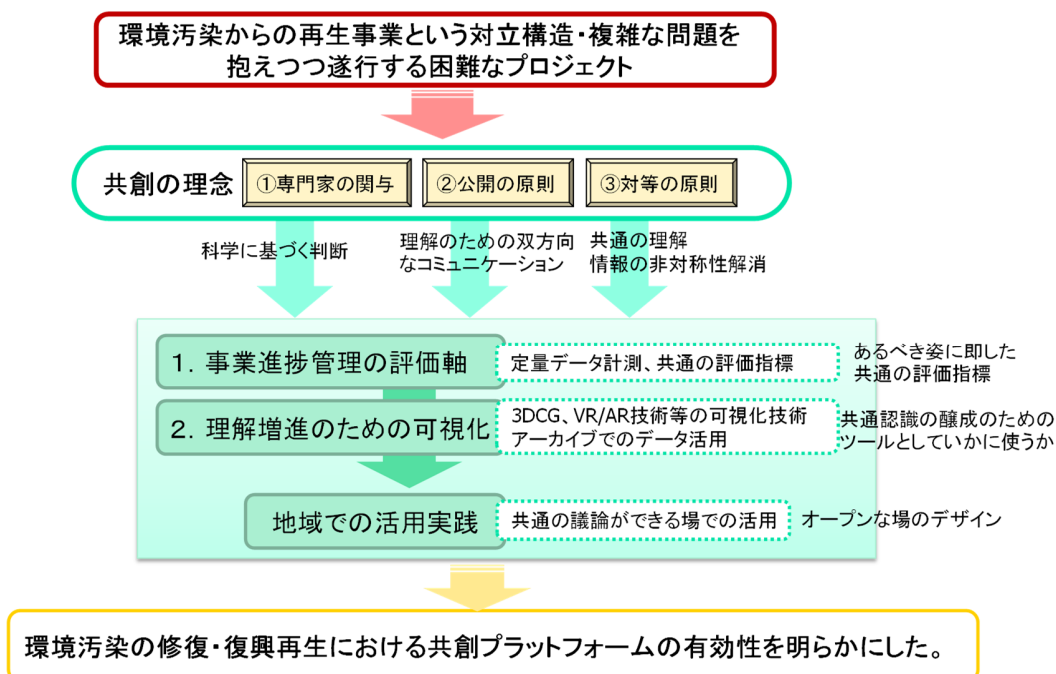


図 5.6.3 未知の環境再生プロジェクトにおける共創プラットフォームの指針

今後の展望として、福島の問題抽出は行ったが、共創プラットフォームの構築にむけての取り組みがこれから必要である。

また、本研究成果は、地域の合意形成を必要とする環境再生、ごみ処理、バイオマス利用、災害対策等のプロジェクトに利用可能と考えられる。

6.1. 研究の成果

第2章では、利害が相反する住民と県などの複雑なステークホルダーの関係から、公害調停というミッションに基づき、共創へと至ったプロセスについて、関係性マネジメント及びプラットフォームマネジメントで位置付けることができた。

本研究で行った研究開発により1. 事業進捗管理の評価軸、2. 理解増進のための可視化の2つの要素による情報可視化システムが構築され、共創のプラットフォームの情報系基盤の強化に寄与した。この2つの要素が専門家を中心とした技術検討委員会・香川県・住民の共通認識・理解、対等な関係性構築による共創のビジョンの3つの原則実現に寄与したと考える。

大規模・長期間にわたる環境再生事業である豊島事業は、経験したことのない未知の環境再生事業でもあった。ステークホルダー間の軋轢を超えた共創を実現したこのプラットフォームの知見は、同様の大規模・長期間にわたる環境再生事業への参考となる。

第3章の成果として、豊島事業全期間において、環境性・経済性評価の一貫した指標で評価をすることで、環境的価値の負の遺産を解消するために国・県・住民・地域サポーターが多なるコスト・負担をしてきたことを示した。その環境再生に向けて、二次公害を出さずに撤去・再生利用に取り組んだプロセスの環境価値を伝えていくことは、公害史においても重要である。また、豊島事業は通常の一般廃棄物処理事業の数倍にも相当する環境負荷と費用であるとの結論に至ったことで、発生抑制・再使用・再生利用・熱回収・適正処理という優先順位を上流工程から守ることと、未然防止原則の重要性を定量的な評価により示した。

本研究によって評価した環境性・経済性評価は、その点で先行指標とはならなかったものの、事業期間全体を評価する上で、通常の廃棄物処理に比べ、大きな環境負荷、経済的負担を示すことができた。また、豊島事業における評価指標として、環境負荷はLCA、経済性評価はLCCを対象としたが、他の環境修復事業においては、その環境汚染の特性に応じた指標やステークホルダー間で共通した指標が求められる。

LCCについては、要した費用の総額や、進捗に応じて必要となった費用を分析することで、事業に影響を与えた要因を示すことができた。LCCは他の事業でも実施すべき指標の一つと考える。

第4章の成果については、我々が第三者として継続的に行ってきた計測・分析の蓄積や歴史的経緯の写真等の記録が情報可視化システムとして機能し、情報の透明性確保、香川県と住民、住民間のコミュニケーション活性を促し、情報の非対称性解消に貢献することで、豊島事業における共創プラットフォームの情報系基盤の強化につながったことを示した。

第3章と第4章の情報系基盤としての各ステークホルダーが適切であると合意した評価軸と、情報可視化による理解と双方向のコミュニケーションの促進については、他の環境再生事

業においても、共創におけるプラットフォームのプロトコルの共有を行うために必要とされる要素である。

第5章では、福島復興における共創の課題として、ステークホルダー間のあるべき姿のギャップがプロファイリングマネジメントの課題としてあり、もう一つの課題として、共通の評価軸と議論の場のデザインに課題があることをプラットフォームマネジメントの視点から示した。特に豊島事業の知見を活用する点では、福島復興のプロジェクト群の中で環境再生事業となる1F廃炉事業について焦点を当て、プラットフォームの課題解決には、共通の場づくりの提案による文化系基盤とわかりやすい情報（可視化）、共通の評価軸による情報系基盤の強化が住民の主體的参加、つまり人間系基盤の強化に必要であることを示した。課題である情報系基盤の強化については、豊島の知見から、定量データ、歴史的経緯の記録データ等を可視化により活用することの有効性を指摘し、1F廃炉事業の事業マネジメントにおいては、豊島では二次公害を出さないための環境性評価という共通の評価軸があったのに対し、福島復興事業の事業マネジメントに係る評価軸は環境価値実現のためのあるべき姿が曖昧であることから定まっていない。環境影響・リスクの評価軸について、妥当性を判断する事業者側・住民（国民）共通の評価軸が必要であり、今後、検討・合意形成を要する。

6.2. 今後の課題

本研究で扱った長期にわたる環境再生事業においては、完了後の姿を描くことが難しいことが課題である。豊島事業の当初は完了後の姿は想定されていなかったが、事業の完了が見えてきたことで必要性が明らかとなった。豊島事業において歴史的経緯の可視化データから将来の姿を描いたことは環境修復・再生事業において参考となる。可視化データのアーカイブを蓄積・活用することによって情報系基盤が強化され、コミュニケーション活性のツールとなりうることを示した。

豊島では、合意形成に必要とされる多角的な情報と双方向なコミュニケーションが情報の非対称性の解消・対等な関係性構築に貢献したが、住民参画に課題がある事業に対しては、その点を踏まえた情報系基盤の強化が必要となる。

1F廃炉事業においては、情報が事業者である東京電力やNDF等からの一方向的な提供となっていることが課題である。1F廃炉事業のプラットフォームマネジメントによる共創実現のためには、廃炉事業の理解・協力を資する情報の透明性と理解しやすさが重要であることと、住民自らが活用できる情報として双方向の情報コミュニケーションが必要である。

事業マネジメントに係る共通の評価軸については、豊島では二次公害を出さないための環境性評価という共通の評価軸があったのに対し、福島復興事業の事業マネジメントに係る評価軸

は定まっていない。環境影響・リスクの評価軸について、妥当性を判断する事業者側・住民（国民）共通の評価軸が必要であり、今後、検討・合意形成を要することが課題であることから、今後の研究課題として取り組んでいきたい。

謝辞

本論文の執筆にあたり、指導教員及び主査として研究指導いただいた小野田弘士教授に心より御礼申し上げます。また、副査として論文審査において貴重な助言と深い示唆をいただいた友成真一教授、納富信教授に厚く御礼申し上げます。豊島事業での計測当初から現在に至るまで、本研究において常に助言をいただき、副査としても指導をいただいた永井祐二准教授には心から御礼申し上げるとともに深く感謝申し上げます。

本研究の最初の一步である豊島の廃棄物量計測に関わるきっかけを与えてくださった豊島廃棄物等処理事業技術対策委員長であり現フォローアップ委員会委員長である永田勝也名誉教授に深く感謝申し上げます。そして、豊島事業の調査地において、我々を受け入れ、叱咤激励してくださった豊島住民の皆さまにも深く感謝申し上げます。

もう一つの研究対象地である福島復興研究において、大学等の「復興知」を活用した人材育成基盤構築事業に携わる機会を与えてくださった大学院アジア太平洋研究科松岡俊二教授に深く感謝申し上げます。復興知事業を共に進めてきた李洸昊助教、朱鈺さん、山田美香さん、その他ふくしま広野未来創造リサーチセンターの地元地域の研究員の皆さまにも感謝申し上げます。

また、地域研究の実践において数多くの示唆をいただきました AEON TOWA リサーチセンターの岡田久典主任研究員、中川唯研究助手のお二人にも感謝申し上げます。

そして、書面の都合でお名前を挙げることはできませんが、本研究を進めるにあたり、豊島事業の処分地計測・調査にこれまで携わり、猛暑の夏や極寒の冬でも文句も言わずに協力いただいた永田研究室、小野田研究室の多くの学生の皆さまに感謝申し上げます。

最後に、社会人博士として進学し、コロナ禍の中で常に自宅にいる中で支援してくれた妻の中野菜穂子、息子、在学中に生まれた娘、そして両親に感謝申し上げます。