

武蔵野大学サステナビリティ研究所紀要

THE BULLETIN MUSASHINO UNIVERSITY
Institute of Sustainability Sciences

第 1 号 No.1

目 次 CONTENTS

AI・Web3.0 とサステナブルイノベーションプラットフォーム ～内発的なインクルーシブイノベーション (内破) AI・Web3.0 and Sustainable Innovation Platform ～ Endogenous Inclusive Innovation	長岡素彦 Motohiko NAGAOKA	1
アスファルトリサイクルの真実と制度改革の方向性 ～特異な産業組織が覆い隠す建設リサイクル法の欠陥～ The Truth of Asphalt Recycling and Defects of Construction Waste Recycling Law Concealed by the Industrial Organization	武山尚道 Hisamichi TAKEYAMA	19
数理モデルによる化学物質ばく露リスク評価の有用性の検証 Validation of Usefulness of Chemical Substances Risk Assessment by Estimate Model	伊藤伸也 Shinya ITO	37
Educational effectiveness of the marine education program using 3D clam model アサリ 3D 模型を活用した海洋教育プログラムの教育的効果 Hirohisa OGAWA・Nobuhiro OGAWA	小川博久・小川展弘	45
構造的少子化の進む天川村の現状と社会課題に関する一考察 On the current situation and social issues in Tenkawa village, where the birthrate is declining structurally	清水玲子 Reiko SHIMIZU	59
気候変動枠組条約に関わる国際交渉 30 年の流れ ～京都議定書、バリロードマップ、カンクン合意、パリ協定～ Overview of 30 Year Negotiating History of the UNFCCC ～ Kyoto Protocol, Bali Road Map, Cancun Agreement, Paris Agreement	横山隆壽 Takahisa YOKOYAMA	71
サステナビリティ学科の「アカデミックスキル入門」における実践報告 A practical report on the Department of Sustainability Studies of Introduction to Academic Skills	廣瀬晶久・木村浩巳 小熊みどり・三坂育正 Akihisa HIROSE・Hiromi KIMURA Midori OGUMA・Ikusei MISAKA	91
環境やサステナビリティに対する意識 The Consciousness of Environment and Sustainability.	村松陸雄 Rikuo MURAMATSU	103

武蔵野大学サステナビリティ研究所
Institute of Sustainability Sciences, MUSASHINO UNIVERSITY

2024

AI・Web3.0 とサステナブルイノベーションプラットフォーム －内発的なインクルーシブイノベーション（内破）

AI・Web3.0 and Sustainable Innovation Platform － Endogenous Inclusive Innovation

長岡素彦*
Motohiko NAGAOKA

はじめに 外発的破壊的イノベーションによる権威主義的持続不可能な世界システム

現在、持続不可能化による危機と AI・シンギュラリティ（Singularity）・情報技術による大きな変化がおこっているが、権威主義統治や格差拡大、利益至上主義の経済による変化や、これらを推進するタイプの情報技術がおこす変動は暮らしを破壊し、権威主義的持続不可能な世界システムを生み出している。⁽¹⁾（図1）

ここでは、この権威主義的持続不可能な世界システムの問題、外発的破壊的イノベーションに起因する問題を解消する内発的なインクルーシブイノベーション（内破）にもとづく持続可能な共治と共創のイノベーションプラットフォームについて述べる。

AI、DX デジタルトランスフォーメーションなどによる社会変化が起きているが、これらは持続不可能な情報テクノロジーによりつくられ、利便性とともにより多くの問題も引き起こしている。

これらの基盤である技術中心主義の外的破壊的イノベーションについて語り、これとは別に共生を目指す内発的なインクルーシブイノベーション（内破）・サステナブルイノベーションについて述べ、これらが地域と世界に及ぼす具体的問題もあわせて論ずる。

これまで、地域と世界を変えるための2030持続可能な開発アジェンダ・SDGs（以下、「SDGs」とする）と SDGs ウォッシュ⁽²⁾ を論じ、現在のトップダウンの科学技術イノベーションアプローチではなく、SDGs のパートナーシップの原則に基づき、SDGs を内発的共生ですすめる共生サステナブルイノベーションアプローチで展開する「SDGs ロードマップ」⁽³⁾ についても述べ、SDGs ロードマップでトランスフォームする SDGs トランスフォーメーション⁽⁴⁾、サステナブルイノベーションと ESD 持続可能な開発のための教育（以下、「ESD」とする）を語ってきた。⁽⁵⁾

* 武蔵野大学サステナビリティ研究所客員研究員
一般社団法人 地域連携プラットフォーム 共同代表理事

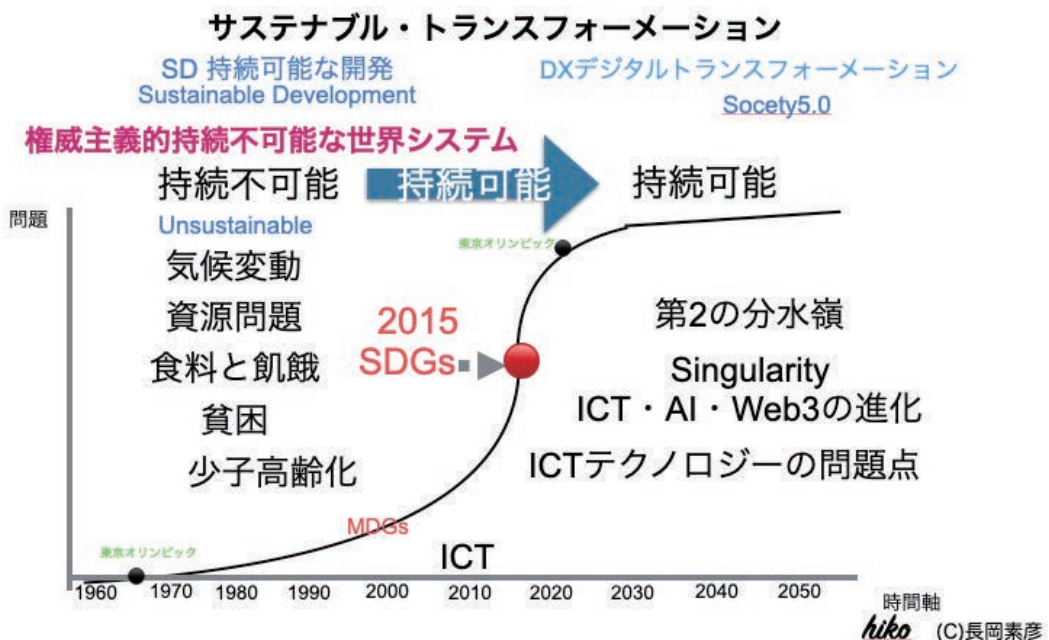
受理日：(2023年10月31日)
発行日：(2024年2月29日)

また、情報社会に関する国際的合意 (国連 WSIS) や ISD 持続可能な開発のための情報コミュニケーションテクノロジーを展開し、複合情報環境、仮想社会のあり方⁽⁶⁾ やリテラシー (MIL メディア情報リテラシー) を論じてきた。⁽⁷⁾

現在、持続不可能化のプロセスに加え災害⁽⁸⁾、COVID-19 や戦争・紛争の激化により地域と世界は権威主義的持続不可能世界システム化してきた。権威主義的持続不可能世界システムは権威主義的体制、産業的様式の世界経済システム、科学技術中心的テクノロジーから構成されるもので、多くの問題を引き起こしている。これに関連して AI・シンギュラリティ (Singularity) の問題が緊急課題となっている。この科学技術中心的テクノロジー・外発的破壊的イノベーションの成果物である持続不可能な情報テクノロジーは権威主義的持続不可能な世界システムを強化しており、共生のサステナブルな社会の形成を阻んでいる。

これに対して内発的なインクルーシブイノベーション (内破)・サステナブルイノベーションによる持続可能な開発のための情報コミュニケーションテクノロジーによる社会実践は共生のサステナブルな社会を築きつつある。

当図は「SDGs トランスフォーメーションと SDGs チェンジエー ジェント：持続不可能な社会と COVID-19 を超えて」(長岡素彦・武蔵野大学環境研究所紀要 10.2021) の図 4 に追記したものである。



(図 1)

1.AI・シンギュラリティ（Singularity）－第2の分水嶺

現在、AI、DX デジタルトランスフォーメーションとデータフィケーションなどによる社会変化において、AIにおけるシンギュラリティが緊急課題となってきた。

AIの無責任な利用・開発の増加で、EUでは生成AIをEU全体で規制する新法を計画している。

シンギュラリティはAI、機械学習が人間の知性を大幅に超えた地点、また、そのことによる社会の変化を示すものである。シンギュラリティが到達するとAIや機械学習の技術の変化により、人間には予測も制御も困難な状況が続くとされている。

この状況は技術的には、AIが自ら役割・目的を決めて目的達成まで自動的にコードを生成して実行する自立型のAGI（Artificial General Intelligence）・「汎用人工知能」などの進歩により大きく変わる可能性もある。

現在の時点のAIは、それぞれ自ら学習した特定の分野を除いて不確かな回答が多く、主流ではない分野や新しい分野に関する分析はできていないため使いこなすには相当の専門的知識が必要である。

現在のシンギュラリティの社会の変化はあくまでも現在の技術レベルにおけるものであるが、これも技術の進歩やAIの学習の進捗により変化する可能性がある。

ここでは、データフィケーションにおける人間とAIの関係、特に学習による知識や社会の通念の変化に焦点をあてて述べたい。

これまでの技術とのAI技術の違いのひとつは学習にある。つまり、学習によってありかたが変化していくもので、自ら学習した特定の分野では学習がすすむにつれて回答が確かになり、主流ではない分野や新しい分野に関しても学習することで分析精度があがり、使いこなすのに専門的知識の必要性が少なくなる可能性はある。いずれにせよ、単なる技術知識ではなく、統合的なりテラシー、メディア情報リテラシーが重要となってくる。

問題は人間とAIの関係である。人間がAIにより生成された情報を信頼できると判断すれば、それが当たり前となり、社会の通念となる可能性がある。

つまり、AIの情報にエビデンスがあると人間が思うようになれば、それが正しいと判断する人間が多くなり、また、AIを積極的に利用する人間の情報によりAIの生成した情報にバイアスがかかる。

偏見や誤情報、問題のある情報はAIなりに精査するものの情報のバイアスは発生する。また、商用利用による商業的なバイアス、また、営利を前提とした分析という情報のバイアスも発生する。そして、政府機関などの情報量を多いものの情報のバイアスも発生する。

AIは人間や人間が公開・インターネット等で公開した情報で学習をするため接することができた多くの情報の内容によって思考・分析内容が形成される。従って、偏見や誤情報であっても積極的に情報を公開する人間の情報はある程度修正はされても誤情報、問題のある情報につながりやすく、企業活動ではAIを多様するので営利や経済を前提とした分析が主流化し、また、情報を多く出せる政府機関の見解も反映されやすくなる。

さらに、これらはAIの功利的利用により促進される。AIの功利的利用とは、AIは便利で

有効な道具であるので自分に利するように利用するという行動である。この AI の功利的利用により、AI は学習によって共生的でもインクルーシブでもない、利己的で功利的に方向づけられる可能性が高い。

そして、AI の依存的利用により、これらの傾向は拡大する。AI の依存的利用とは、思考や判断を停止、放棄して利用するという行動である。この AI の依存的利用により、情報の真偽、背景に無自覚な利用が拡大する可能性が高い。これらは新しい「訓練された無能」をもたらす。

また、AI 化による「自発的服従」も引き起こす。「自発的服従」とは強制、支配や、命令ではなく、自ら主体性を放棄して服従することであるが、AI を使った情報制限などで誘導されて自ら従ってしまう「自発的服従」も問題となる。

このような状況について EU、国連、世界の市民社会などの見解、今後の対応が示されている。

EU では「デジタル権利と原則に関する欧州宣言」⁽⁹⁾ が出され、従来のデジタルのプライバシーや GAF A 規制などの個別の規定ではなく、包括的なデジタル権利と原則が定められ、EU はこの宣言の改訂、これに基づく実効性のある規制により対策をとることになる。既に EU ではデジタル サービス法（DSA）が施行され、また、生成 AI を EU 全体で規制する新法を計画している。G7 でも「広島 AI プロセス」が合意され、AI に関する世界初の包括的な国際規範として各国内でも AI の制度化が行われる。

国連では社会と ICT 情報通信技術を検討する WSIS・World Summit on the Information Society⁽¹⁰⁾ のプロセスにおいて政府、市民社会、民間、学界、技術コミュニティ、政府間組織のマルチステークホルダーで 2030 アジェンダ SDGs と情報に関するアジェンダ、アクションプランを検討し、今後、国連の政策、条約などに反映されていく。

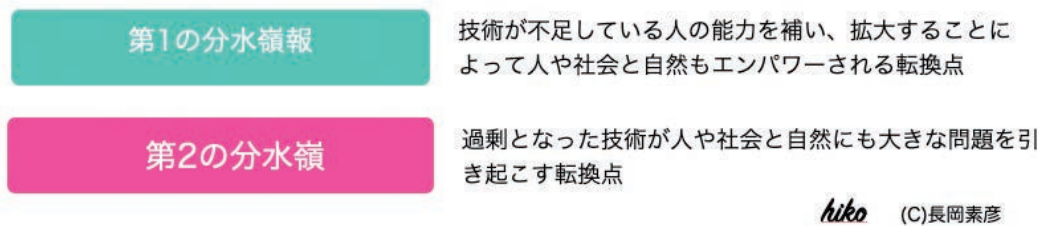
市民社会のアクションでは「C7 コミュニケ」⁽¹¹⁾ に見られように「テクノロジー、デジタル・デモクラシー、人権に配慮した技術」を取り上げ、国家及び国家安全保障を含む AI の開発・運用、エビデンスに基づいた AI リスクの影響評価、これらが民主的制度、人権、市民の自由、雇用・仕事に与える影響について対策をとる必要を述べ、今後、市民の活動（シビックアクション）、CSO 市民社会組織（NGO・NPO）で対応が行われていく。

さて、シンギュラリティの到達による AI と社会の問題については多くの仮説があり、また、技術の進歩や AI の学習の進度によっても多様な段階が想定されうる。

ここでは、AI 技術のみならず従来の技術の自体を問い直すために I. イリイチの 2 つの分水嶺のモデルを使い AI と社会の問題を述べたい。（図 2）

分水嶺とは技術が人の能力を拡大することによって起きる転換点のことである。第 1 の分水嶺は技術が不足している人の能力を補い、拡大することによって人や社会と自然もエンパワーされる転換点であり、第 2 の分水嶺は過剰となった技術が人や社会と自然にも大きな問題を引き起こす転換点である。

つまり、現在は過剰な AI・技術が人や社会と自然に大きな問題を引き起こす転換点としての第 2 の分水嶺にさしかかり、そこで社会と技術のあり方を再構成する必要があるということである。



(図2)

現在の社会と技術のあり方は、科学技術によって無限定に社会を変えてゆく科学技術中心主義となっている。

これらのAIや技術が人や社会と自然に大きな問題を引き起こすのは、この科学技術中心主義と共生的でもインクルーシブでもない技術の利己的で功利的利用にある。そして、この科学技術中心主義と技術の利己的で功利的利用の延長にある外発的破壊的イノベーションが共生的でもインクルーシブでもない社会を創り出し、権威主義的持続不可能な世界システムを支えている。

次章では、現状の権威主義的持続不可能な世界システムの根源にある外発的破壊的イノベーションと、それを超越するインクルーシブイノベーション（内破）とサステナブルイノベーションについて述べる。

2. 内発的なインクルーシブイノベーション（内破）とサステナブルイノベーションと外発的破壊的イノベーション

社会を技術により環境を改造する産業革命（産業的イノベーション）により産業社会化が進展した。このことにより、技術による環境改造を行う産業革命（産業的イノベーション）は科学技術中心的テクノロジーを生み出した。科学技術中心的テクノロジーは、社会に埋め込まれた技術から逸脱し、人と自然の分離、社会や自然の技術的制御による「人間」のみの環境向上や自然の資源化、自然破壊を行ってきた。その結果、自然はもとより「人間」の持続不可能化がすすみ危機を迎えている。

現在の権威主義的持続不可能世界システムは権威主義的な体制と科学技術中心的なテクノロジーの産業的様式により気候変動、貧困などを引き起こし、これらが更なる持続不可能化や新しい総合的な紛争を引き起こしている。

この変革を引き起こしているイノベーションが科学技術中心的テクノロジーによる外発的破壊的イノベーションである。

外発的破壊的イノベーションは外部の集権的な支配の力や技術で変革を起こすもので、その効果は大きく人々はその変化を受け入れさせられる。同時にその科学技術中心的テクノロジーは革新的破壊性を重視し、その破壊によって生じる問題を軽視する。

このように外発的破壊的イノベーションは人間や自然との共生を考慮はするものの、革新的破壊の弊害を軽視する問題は大きい。また、第2の分水嶺を超えたAIはこれらをさらに促進する。

これに対して内発的なインクルーシブイノベーション（内破）は社会の人々の力や技術も含む社会的革新で変革を起こすもので、人々が変化を生み出す。また、革新的破壊性よりも、インクルーシブな革新を重視する。

このように人間や自然との共生・インクルージョンを革新的破壊効果より重視するのが内発的なインクルーシブイノベーション（内破）である。

社会の電子環境の拡大にともない科学技術中心的なテクノロジーが ICT 情報通信技術によって強化されたのが AI など情報テクノロジーである。この情報テクノロジーは科学技術中心的なテクノロジーの産業的の最新形態であり、外発的破壊的イノベーションを基本とする持続不可能な情報テクノロジーである。

UberEats は利用者と食事提供者（企業）、プラットフォーム企業に大きなメリットを与え、破壊的なイノベーションをもたらした。しかし、配達員は個人事業者として不当で過酷な仕事をさせられている。

このように破壊的なイノベーションは、ステークホルダーの一部に破壊的な問題をおこす。

同じ、社会の電子環境の拡大に対し人間や自然との共生を重視し、ICT 情報通信技術で持続可能性を目指したものが ISD 持続可能な開発のための情報コミュニケーションテクノロジー（バナキュラーな ICT）である。これは、内発的なインクルーシブイノベーション（内破）により電子環境も含めた持続可能な地域と世界を目指すサステナブルイノベーションでもある。

ニューヨークのホームクリーニングサービスの”UP&GO”は個人事業者が協同し情報プラットフォームをつくり受注窓口を一元管理し、個人事業者として派遣清掃を行っていた女性たちが多くの配分を受け、依頼者もメリットを享受することができた。

このように内発的なインクルーシブイノベーション（内破）は、ステークホルダーの全体により良い変化をおこす。

内発的なインクルーシブイノベーション（内破）と ISD 持続可能な開発のための情報コミュニケーションテクノロジー（バナキュラーな ICT）により、持続可能な地域と世界を実現するには技術体系のアーキテクチャーを変える必要がある。これは、現在の技術が引き起こした問題が技術の運用の問題ではなく技術体系に内在するもので、それが支配や革新的破壊効果を重視するアーキテクチャーを持つからである。

このような技術体系のアーキテクチャーをここでは支配的アーキテクチャーとする。

支配的アーキテクチャーとは、社会や自然の技術的制御・支配を前提として、利便性や効率を重視し、社会や自然への影響を軽視する技術、技術思想である。

これに対して共生的アーキテクチャーとは、社会・ステークホルダーや自然との共生を前提として、社会や自然への影響を重視する技術、技術思想である。

AI について言えば、AI のデータの処理は、それぞれの歴史的課題をかかえた社会的・文化的な規範等に依拠しており（「データフィクションと共に生きることを学ぶ」パングラツィオ、セフトングリーン）、決して中立で科学的なものではない。つまり、支配的アーキテクチャーで設計された AI は利便性や効率を重視し、社会や自然への影響を軽視することになる。

外発的破壊的イノベーションか内発的なインクルーシブイノベーション（内破）とサステ

ナブルイノベーションへの転換には、技術体系のアーキテチャーを支配的アーキテチャーから共生的アーキテチャーへの転換が必要である。

そのためには、支配的アーキテチャーの基本を道具主義の支配（I. イリイチ）、効果主義から、共生の利益、自然や社会、ステークホルダーに責任をもつ社会的責任へ転換をはかり、技術教育も変えなければならない。

共生的アーキテチャーへの転換は教育はもとより、企画・設計・製造・サービス提供・ユーザーまで一貫したプロセスで環境に配慮し転換をはかる必要がある。

そして、支配的アーキテチャーのICTはパッケージになっているものを組み合わせる「パッケージ化されたICT」であり、ある限定した目的にしか役立たないものをモザイクの様に組みあわせて使うので限られたものになる。多様な状況に有効に対処できるのは共生的アーキテチャーのICTとして人々が共に作りあげる「共創的ICT」であることだ。

もちろん、AIにおいては「パッケージ化されたAI」を利用するのではなく、AIと対話し共創する「共創的AI」である。

内発的なインクルーシブイノベーション（内破）は社会の人々の力や技術も含む社会的革新で変革を起こすものである以上、技術体系のアーキテチャーだけが変わるのではなく、社会のあり方も「開られた回復力ある社会」に、プラットフォーム経済・企業のあり方も、現在のような形態から「公正な経済」（共生の経済、連帯経済、プラットフォーム協同組合など）に変化しなければ変わらない。（図3）

外発的破壊的イノベーション	内発的なインクルーシブイノベーション(内破)
外部の集権的な支配の力や技術で変革	社会の人々の力や技術も含む社会的革新で変革
統治	自治
パッケージ化されたICT・AI	共創的ICT・AI
ブラックボックス	ホワイトボックス
ICT支配的アーキテチャー	ICT共生的アーキテチャー
管理のプラットフォーム	イノベーションのプラットフォーム
集権的情報プラットフォーム	自律分散型情報プラットフォーム
一部が管理	誰もが参画

hiko (C)長岡素彦

(図3)

次章ではこれらのイノベーションにより生じているAI・Singularity・Web3.0の地域と自治体の状況について述べる。

3. AI・Singularity・Web3.0 時代における地域と自治体の状況

デジタル時代といわれるが定義は多岐に渡り統一した定義は存在しない。ここでは、AI・シンギュラリティ、Web3.0、仮想社会、メディア情報リテラシー、データフィクション、AI・IoT (Internet of Things) を中心に AI・Singularity・Web3.0 時代におけるまちづくりと自治体の状況を述べる。

AI・Singularity・Web3.0 時代について AI・シンギュラリティについては既に述べた。

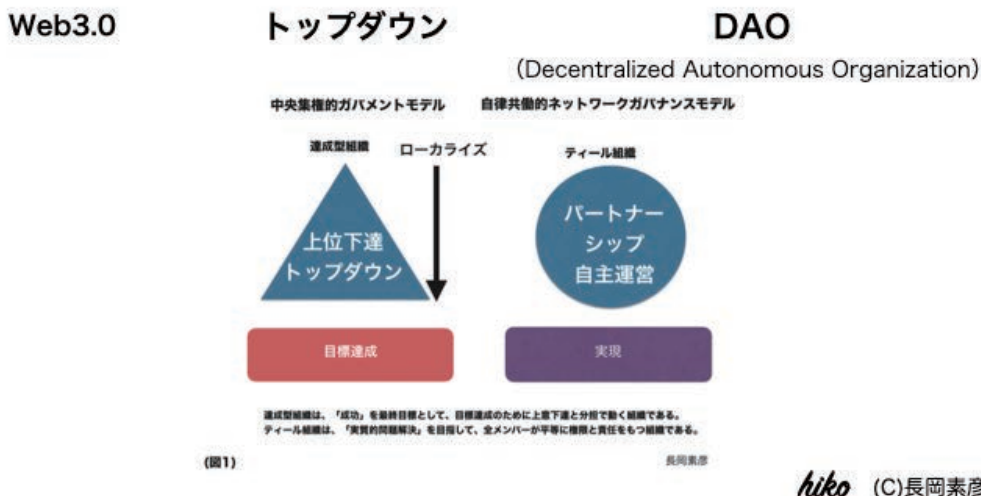
Web3.0 (世界的には Web3、日本は Web3.0) は現在の情報プラットフォーム企業のシステムやアーキテチャー (中央主権・支配的アーキテチャー) に対抗して、自律分散型 (Decentralized Au-tonomous) なシステムやアーキテチャー (共創的アーキテチャー) をブロックチェーン・プラットフォームでありイーサリアム (Ethereum) が開発しているものである。これは、DAO 自律分散型組 (Decentralized Autonomous Organization) を形成する仕組みであり、そのための社会的基盤と技術的基盤を備えている。

ただ、問題はイーサリアムは自律分散型 (Decentralized Autonomous) なアーキテチャーで共創的であることを目指しているが、Web3.0 でもブロックチェーン・プラットフォーム・技術を中央主権・支配的アーキテチャーによって「活用」する多くの企業 (ビットコイン系) や情報プラットフォーム企業により中央集権の「Web3.0」になっている。

本来の DAO 自律分散型組織というのは自治のまちづくりに適合し、草の根でも Web3.0 のまちづくりが始まっている。また、DAO 自律分散型組織は自治体の管理ではなく自治を進めるためにも重要である。(図4)

当図は「SDGs ロードマップ -2030 アジェンダ・SDGs よるトランスフォーム」(長岡素彦・武蔵野大学環境研究所紀要 9.2020) の図1に追記したものである。

権威主義的組織型(命令型)の運営方法 非権威主義的な協議・協働型の運営



(図4)

仮想社会とは対面空間の「もの」や「こと」をデータすることでバーチャル空間を形成し、それにより社会空間を管理するような対面空間とバーチャル空間が混在した社会である。これは、バーチャル空間のみで成立するバーチャル社会とは異なる定義である。

この対面空間とバーチャル空間が混在している仮想社会はすべてをデータとして扱うためリアル空間もデジタルメディアを通して人が認識することが多い社会である。ここでは対面状況以外にデジタルメディア（メール・SNSから動画など）でコミュニケーションをとり、それらが同じレイヤーに並立された情報環境を形成する。

このことは社会の関係性が希薄になることを意味するのではなく、対面による関係よりバーチャルな関係でつながる同質の集団を基本として人間関係も選択性がたかまり、社会の関係性ではバーチャルでつながる「選択的人間関係」が強化される。

この仮想社会化は、地域において対面関係は最小にしてバーチャルな関係で生活することが多くなるプロセスである。例えばネット宅配や配食サービスを利用することで地域の商店や飲食店には行かない、趣味の生活もネット上、自治体の情報化で手続きも役所に行く必要もないというもので、これらのプロセスはCOVID-19で加速した。

複合情報環境はメディア・デジタルメディアから成り立つ複合情報環境であり、個人それぞれが情報源とするメディアから情報環境をつくり出し、その情報環境により情報や認識が異なる。例えば新聞を主に情報環境をネットを主にするのは情報や認識が異なる。

メディア情報リテラシーについては、社会生活を営み社会活動、経済活動などを行うためにリテラシーがあり、かつてのリテラシーでは文字の読み書きや道具の活用が主であったが、前述の通り社会の環境が変わったためメディア情報リテラシーが必要になった。メディア情報リテラシーは単にICTの活用能力やスキルではなく、メディア情報を読み解き知識や情報を得て、仮想社会で社会生活を営み社会・経済活動など行い、つくり上げるデジタルシチズンシップである。⁽¹²⁾

データフィケーションは、すべてをデータとして扱うために実空間の「もの」や「こと」をデータ化し利用することである。

データフィケーションはあらゆることがデジタルデータとして活用されるもので、これは効率化やより良い業務を可能にするが、反面、社会的な問題も引き起こす。

IoT（Internet of Things）ではインターネットでの情報収集とデータ化・把握、工場の設備にセンサー・タグなどをつけてデータ化し把握したり、小売業で商品や店員にセンサー・タグなどをつけてデータ化し把握したり、地域にセンサーやムービーカメラを設置してデータ化し把握したり、人間にセンサーなどをつけてデータ化し把握することによって、あらゆる「もの」をネットワークに接続することによりデータを活用することができる。

このような変化がまちづくりと自治体を大きく変えつつある。（図5）

AI・シンギュラリティ	自立型のAGI (Artificial General Intelligence) ・「汎用人工知能」	AI	DX
Web3.0	集権的情報プラットフォーム DAO (Decentralized Autonomous Organization)	集権的情報プラットフォーム	D
仮想社会	仮想社会 リアル・バーチャルコミュニティ	対面コミュニティと バーチャルコミュニティ	X
複合情報環境	複合情報環境の統合化	複合情報環境	の
メディア情報リテラシー	AIリテラシー メディア情報リテラシー	メディア情報リテラシー	段
データフィクション	AIデータフィクション 社会的データフィクション	工学的データフィクション	階
IoT (Internet of Things)	AI・IoT (Internet of Things)	IoT (Internet of Things)	

hiko (C)長岡素彦

(図5)

AI・Singularityにより、まちづくりではAIが新たに引き起こす地域の変化、自治体では現状構築した情報システムが一挙に陳腐化し、VUCAな状況に加えAIが新たに引き起こす現状に対応が困難になる。

Web3.0では、地域や生活では中央主権・支配的アーキテクチャーによる多くの企業（ビットコイン系）や情報プラットフォーム企業により、DAO自律分散型組織ではなく集権的情報プラットフォームに組み込まれ利用され、自治体での情報プラットフォームの利用により自治体なく自治体の管理が進む。

社会の仮想社会化による関係性の変化は地域において対面的関係よりバーチャルな関係を主として選択的人間関係にシフトする。まちづくりでは近隣や自治組織、地縁ではなく、デジタルネットワークでいつでもつながれる自分に都合のいいコミュニティを基本として、自治体に対しては税金の対価としてのサービスを要求する市民が増加する可能性がある。

このように、今後もバーチャルな関係でつながる同質の集団を基本として地域と無縁な生活をし、デジタルを通じたやり取りを望み、行政サービス要求を求める市民が増え続ける。さらに、メタバースによる対面関係の希薄化なども社会問題となる。

メディア情報リテラシーの欠如では新しい「訓練された無能」により、人々のAIの依存、利己的で功利的性向に加えて、職員がAI・規則などに固執することによって変化した状況に対応できなくなってしまう、また、AIに業務や判断を委ねることの弊害が大きくなる。

データフィクションによりデータでしか物事を捉えられなくなり、具体的な個々の事象は顧みられなくなり、それにAIデータフィクション、AIによる管理が加われば生きている人々の個々の問題は放置されやすくなる。

AI・IoT (Internet of Things) ではIoT (Internet of Things) がAIのネットワークに接続することで直接現場の機器にトラブルをもたらす危険が増大する。

まちづくりと自治体においてこれらの変化により管理の効率化・費用削減をはかることができるかもしれないが、権威主義的持続不可能な世界システムの地域を生み出す。（図6）

AI・シンギュラリティ	自立型のAGI (Artificial General Intelligence) ・「汎用人工知能」	AIによるシステムの陳腐化
Web3.0	集権の情報プラットフォーム DAO (Decentralized Autonomous Organization)	分散型の集権的統治
仮想社会	仮想社会 メタバースによる対面関係の希薄化	地域と無縁で関心の無い サービス要求型市民
複合情報環境	複合情報環境の統合化	複合情報環境による分断
メディア情報リテラシー	AIリテラシー メディア情報リテラシー	新しい「訓練された無能」 (trained inca-pacity)
データフィクション	AIデータフィクション 社会的データフィクション	AIデータフィクション管理
IoT (Internet of Things)	AI・IoT (Internet of Things)	AIがネットワークに接続することで直接現場の機器に影響

hiko (C)長岡素彦

(図6)

次章ではこれらの AI・Singularity・Web3.0 の地域と自治体の状況を変えていくためのまちづくりと自治体の戦略とそのためのサステナブルイノベーションプラットフォームについて述べる。

4. サステナブルイノベーションプラットフォーム

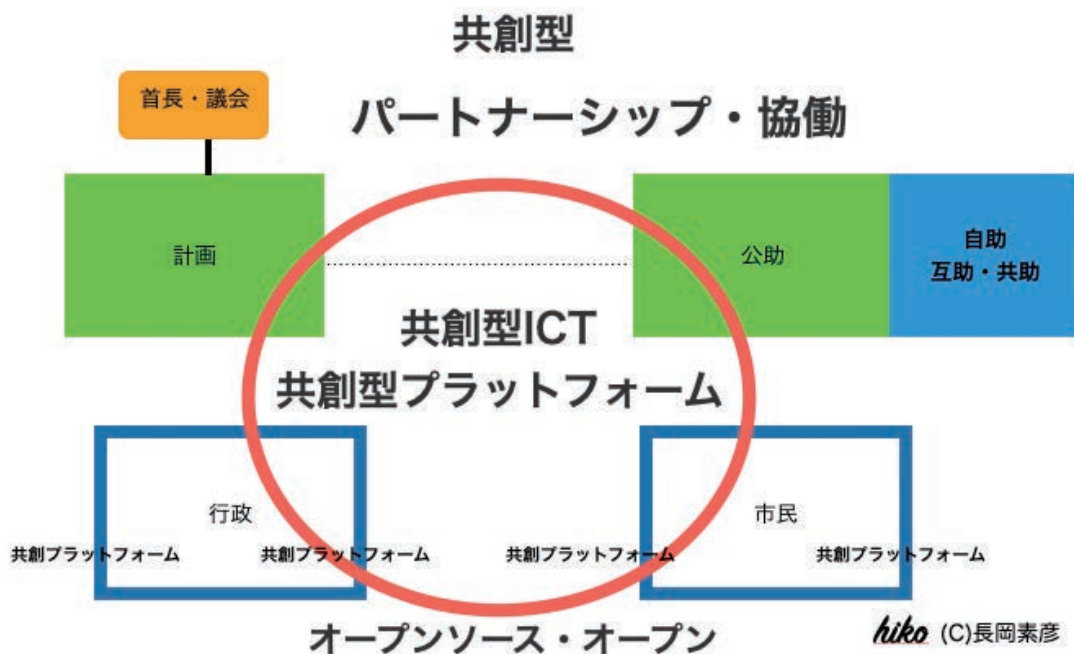
これらを踏まえて、これらを変えていくためのまちづくりと自治体の戦略とそのためのサステナブルイノベーションプラットフォームについて述べる。

まず、まちづくりと自治体の戦略として AI・サービス提供型、自助・共助型、共創型について述べる。

AI・サービス提供型とはスマート自治体を目指し、AI やロボテクスによってサービスを提供するまちづくりと自治体を運営するものである。

これには現在想定されている AI やパッケージ ICT 型のサービスが機能するのか、また、市民と自治体職員のリテラシー（メディア情報リテラシー）やスキルが充分かどうか大きな問題がある。

自助・共助型とは地域共生社会を目指し、主に自助・共助によってまちづくりと自治体を運営するものである。これには市民による自助・共助による行政サービスの代替活動が想定された業務をこなせるか、また、行政サービス要求を求める市民がその役割を果たすかについて大きな疑問がある。また、非正規職員化やアウトソーシング化も前提とされており問題である。



(図7)

共創型とは市民・住民主体（主権者主体）と自治体のパートナーシップ・協働のサステナブルなまちづくりを目指し、計画段階から実現まで自助・互助・共助・公助と共創型 ICT よって人々の力や技術も含む社会的革新で変革で共創するものである。（図7）

この共創は公助の補完しての自助・互助・共助ではなく、市民・住民主体（主権者主体）と自治体などとのマルチステークホルダーパートナーシップ・協働である。

もちろん、これにも市民の参画と参加の問題、市民と自治体職員のリテラシー（メディア情報リテラシー）などに問題も多い。これも、非正規職員化やアウトソーシング化も前提とされており問題である。

また、現状のパッケージになっているものを組み合わせる「パッケージ化された ICT」は、ブラックボックスのある限定した目的にしか役立たないものをモザイクの様に組みあわせて使うので限られたものになり、多様な問題に対応できない。

だからこそ、今後の多様な状況に有効に対処できる「共創的 ICT」が必要である。「共創的 ICT」は「パッケージ化された ICT」では困難な人々が共に作りあげるものであり、AI にとっては「パッケージ化された AI」を利用するのではない、AI と対話し共創する「共創的 AI」である。

「共創的 ICT」「共創的 AI」は誰でも簡単に管理、運用できるノーコード、自由に利用・改変・再配布できるオープンソース、新しい価値を生み出せるプラグイン、多様なデータをつなぐデータベース連携、実践の学びのプロセスである行動の中の学び（learning in action）で、AI やパッケージ ICT 型のサービスや自助・共助を主にするのではなく、マルチステークホルダー・多職種協働の力と実態に即した「共創的 ICT」「共創的 AI」を現場からつくり上げ、運用する。

「共創的 ICT」「共創的 AI」は現在のピラミッド型組織の支配型アーキテクチャーの ICT ではなく、DAO 自律分散型組織であり P TO P(Peer to Peer) によってつながる。何よりも、これらは懸念される市民参画と市民のエンパワーメントによるサステナブルなトランスフォーメーションに大きな力となる。(図 8)

共創的ICT	パッケージ的ICT
ノーコード 誰でも簡単に管理、運用	コード 独占で限定的管理、運用
オープンソース 自由に利用・改変・再配布	クローズドソース 自由に利用・改変・再配布できない
プラグイン 新しい価値を生み出せる	プラグイン 決められたジョブを効率化
データベースの連携 多様なデータをつなぐ	データベースの支配 多様なデータを統一
learning in action 学びのプロセス	教え込み 学びのプロ成果、効率
共創的AI	パッケージ的AI

hiko (C)長岡素彦

(図 8)

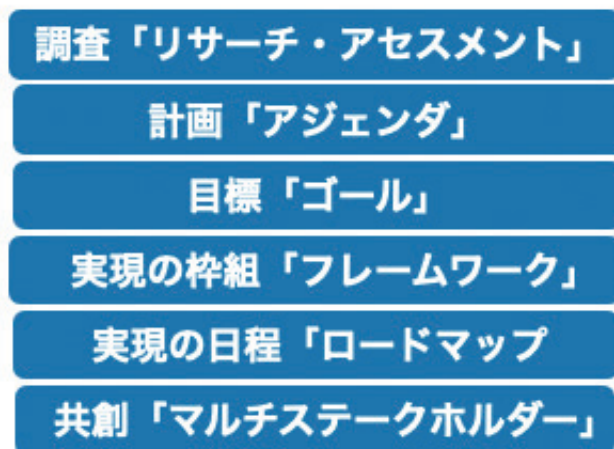
このようなまちづくりと自治体の共創型の戦略にはイノベーションプラットフォーム⁽¹³⁾が必要である。

このイノベーションプラットフォームのプラットフォームとは活動の基盤となる制度、計画、運営などの総体である。このプラットフォームは人だけでなく技術、生態なども含むアクターアクターネットワークであり、制度だけでなく、反作用も含むものである。

プラットフォームには、管理のプラットフォームとイノベーションのプラットフォームがあり、管理のプラットフォームはコード（規則）により、現状を円滑に管理する。

共創型の戦略は外発的破壊的イノベーションによる管理ではなく、イノベーションのプラットフォームの社会の人々の力や技術も含む社会的革新である内発的なインクルーシブイノベーション（内破）で行われる。

この共創型の戦略の実現のためには、計画と実施としてのアジェンダセッティングとロードマップの内発的なインクルーシブイノベーション（内破）のプロセスが必要であり、それを担うのがイノベーションプラットフォームである。これは、イノベーションプラットフォームが調査「リサーチ・アセスメント」を行い、計画「アジェンダ」を立て目標「ゴール」を決めて、実現の枠組「フレームワーク」と実現の日程「ロードマップ」をつくり、共創（マルチステークホルダーパートナーシップ）で実現することであり、これを地域の人々・セクターと他を排除しないでより良い変革・イノベーションを行うことが必要である。(図 9)



hiko (C)長岡素彦

(図9)

このイノベーションプラットフォームは、制度やパッケージ導入ではなく、マルチステークホルダー・多職種協働の共創によってシステムを常にトランスフォーム・転換し続けるものである。

これは全く新しい手法ではなく、これまでの社会やまちづくりと自治体で使われてきた手法の中で創造的で効果的な方法を AI・Web3.0 で発展させる必要もある。

例えば、市民会議などの手法を、藤沢市では藤沢市民電子会議室として展開し、SNS の普及に伴い八代市では市民会議室の発展形の SNS を職員のシステム手作りで「ごろっとやっちょろ」が作られたように市民と職員・自治体のパートナーシップ・協働のシステム作り、運営は創造的で効果的な方法を AI・Web3.0 で発展させるための重要な経験や知識をもたらした。このような経験や知識もなく、ブラックボックス化した「パッケージ型 ICT」を導入しても修正も効かず、創造的な効果も生まれない。

外発的破壊的イノベーションは従来の手法の中で創造的で効果的な方法をも破壊するが、内発的なインクルーシブイノベーション（内破）では従来の手法の中で創造的で効果的な方法を発展させる。

また、ヨーロッパの市民予算電子提案投票などのシステムが市民の意思を反映した予算の編成を可能にする場合もあるが、政治学研究成果から見ると市民予算提案投票を利益集団・プレッシャーグループなどが組織的に投票した場合市民の意思を反映したものでなく特定の利益集団・プレッシャーグループの意見の反映となる。これを防ぐには従来の市民参画の中の創造的で効果的な方法 AI・Web3.0 で発展させる必要がある。

このようにサステナブルイノベーションプラットフォームはアジェンダセッティングとロードマップの内発的なインクルーシブイノベーション（内破）のプロセスをまちづくりと自治体で使われてきた創造的で効果的な方法、AI・Web3.0 で発展させた方法で行う。

これらは外発的破壊的イノベーションのように従来の手法の中で創造的で効果的な方法をも

破壊するものではなく、内発的なインクルーシブイノベーション（内破）として従来の手法の中で創造的で効果的な方法を発展させるものである。そのためには従来の管理のプラットフォームの仕組みを内発的なインクルーシブイノベーション（内破）で転換しなくてはならない。

共創型プロジェクトによるマルチステークホルダーによる戦略的な共創プロセスと「共創的 ICT」であり、これを従来の組織に代わって担うのがサステナブルイノベーションプラットフォームである。

おわりに

持続可能な地域と世界づくりのためのサステナブルイノベーションプラットフォームには持続可能なまちづくり・しごとづくりを支える行政セクター、企業セクター、市民セクターの具体的あり方の再構築が必要となる。それは身近な地域と市民・自治体・企業での実践を検討し、その中からサステナブルトランスフォーメーションとサステナブルイノベーションプラットフォームを生み出していくものである。

これには、人・社会と情報関係の問い直しが必要であり、これは具体的には地域と自治体と情報の関係を根底的に再検討と合意である。また、これは単に各セクターのデジタルトランスフォーメーションではなく、持続可能な地域と世界をつくるためのデジタルトランスフォーメーション、サステナブルトランスフォーメーションの一部としてのデジタルトランスフォーメーションの検討になる。

これらの見直しとともに自治体行政と市民・住民主体のまちづくりの現状と課題の整理、「共創的 ICT」における市民・住民との共創のツールと共創的 ICT の学びなどの実践の検討、そして、マルチステークホルダーによる戦略的な共創プロセスと AI も含む対話し学びあう学習ネットワーク（Learning web）のあり方の検討が重要である。

自治体行政においては持続可能化や ICT の試み、及び、自治体の政府の「パッケージ型 ICT」のシステムの実証・実装事業の中で住民主体・自治による持続可能な共創的 ICT のシステム構築のための仕組みづくりと実現するための学びの検討、市民・住民主体のまちづくりによる新しいネットワークとコミュニティのための仕組みづくりと実現するための学びの検討が必要である。これに関連して自治体職員に必要とされるスキルに関してこれまでと異なる学び・教育、また、市民・住民のメディア情報リテラシーの検討、そして、住民と職員の市民協働の学びも重要である。

「共創的 ICT」実践における市民・住民との共創のツールについては市民協働のまちづくりにより作られ、共創的 ICT の学びは単なる ICT の学習ではなく、まちづくりなどでノーコード等で作くりあげるものである。

そして、「起業型マルチチュード」⁽¹⁴⁾によるサステナブルイノベーションプラットフォームによる AI も含む対話し学びあう学習ネットワーク（Learning web）とマルチステークホルダーによる共創プロセスの確立が必要となる。

権威主義的持続不可能な世界システムと外発的破壊的イノベーションのプロセスは強固であ

り、内発的なインクルーシブイノベーション（内破）によるサステナブルイノベーション、持続可能なまちづくり・しごとづくりは困難を極めている。また、パーソナルデジタルツールであるモバイルデバイス（スマホ等）に AI が標準搭載されればひとや社会の認識やコミュニケーションが一変する。AI を利用するのではなく、環境の一部となり、大きな変化をもたらす。

これまで、これを変えていくサステナブルイノベーションプラットフォームについて述べてきたが、実際にこのサステナブルイノベーションプラットフォームの試みは始まっている。

中越地震によって廃村・合併した長岡市の山古志地区は自律分散型のコミュニティを Web3.0 で築きつつある。また、政府の「パッケージ型 ICT」のシステムの実証・実装事業の中でも住民主体・自治による共創的 ICT のシステム構築が始まっている。筆者の防災・減災情報プラットフォームでも OSM オープンストリートマップなどの共創的 ICT のシステムを活用するコミュニティを目指しはじめている。

註

- (1) 長岡素彦,2023,VUCA・持続不可能な時代とサステナブルイノベーション・SDGs・ESD, 武蔵野大学環境研究所紀要,12,2023
- (2) 長岡素彦, SDGs 持続可能な開発目標へのアプローチと参画, 武蔵野大学環境研究所紀要, 8, 2019
- (3) 長岡素彦, SDGs ロードマップ— 2030 アジェンダ・SDGs によるトランスフォーム, 武蔵野大学環境研究所紀要,9,2020
- (4) 長岡素彦, SDGs トランスフォーメーションと SDGs チェンジエージェント—持続不可能な社会と COVID-19 を超えて, 武蔵野大学環境研究所紀要,10,2021
- (5) 長岡素彦, SDGs・持続可能な共生をすすめる ESD・地域連携教育, 共生科学, 第9巻, 2018
長岡素彦, SDGs と ESD・PBL—2030 持続可能な開発アジェンダのための ESD (ESD for2030), 関係性の教育学,20 (1), 2021
- (6) 長岡素彦, 複合情報環境における関係性とリテラシー 仮想社会の選択的人間関係を超えて, 関係性の教育学,10 (1),2011
- (7) 長岡素彦,ESD for 2030 持続可能な開発アジェンダと MIL、デジタルシチズンシップ—科学技術イノベーション型の教育から ESD for 2030 への転換, メディア情報リテラシー研究 2 (1), 法政大学, 2020
- (8) 長岡素彦, SDGs・ESD と防災・減災, 武蔵野大学環境研究所紀要,11, 2022
- (9) EU,Digital Rights and Principles: Presidents of the Commission, the European Parliament and the Council sign European Declaration,2023
https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_22_7683
- (10) UN,World Summit on the Information Society Forum 2023,2023
<https://www.itu.int/net4/wsis/forum/2023/>

- (11) C7,Communiqué2023-Design and Implement Sustainable Policies for Peace, Prosperity, and Transparency,2023
https://civil7.org/wpC7/wp-content/uploads/2023/04/C7_communique2023_0412.pdf
- (12) 長岡素彦,2022,VUCA・持続不可能な時代とシチズンシップ—デジタルシチズンシップ, ESDfor2030—,シティズンシップ教育研究大会 2022 要旨集
長岡素彦,2022,VUCA・持続不可能な時代と ESD for2030,日本 ESD 学会大会要旨集
- (13) 長岡素彦,市民・シビックアクションの学びのプラットフォームー共に生きることを学ぶ (Learning to live together) ための学びのコミュニティ,関係性の教育,関係性の教育学, 22 (1),2023
- (14) アントニオ・ネグリ,マイケル・ハート,2022,アセンブリ-新たな民主主義の編成,岩波書店

アスファルトリサイクルの真実と制度改革の方向性 ～特異な産業組織が覆い隠す建設リサイクル法の欠陥～

The Truth of Asphalt Recycling and Defects of Construction Waste Recycling Law Concealed by the Industrial Organization

武山尚道*
Hisamichi TAKEYAMA

はじめに

建設廃棄物は年に7,440万トンも発生し（2018年度¹）、産業廃棄物の総量約4億トンの2割近くに達している。その中でも、主として道路工事から発生するアスファルト系廃棄物（アスファルト・コンクリート塊）の年間排出量は2,128万トン、また主として建物・建造物などの建設工事から発生するセメント・コンクリート系の廃棄物（コンクリート塊）については4,019万トンと、建設廃棄物の大部分を占めている。こうした点から、アスファルトやコンクリート系廃棄物のリサイクル利用は循環型社会を目指すうえで重要な要素となっているが、国土交通省によると、それらの「リサイクル率」（正しくは「再資源化率」）は年々上昇し、最新時点では99%以上にまで達している。そしてその背景には、「建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律」（略称：建設リサイクル法）の効果があると述べられている。

しかしそうした評価は正しいだろうか。実は、これらの廃棄物のほぼ全量が「再資源化」された結果として、発生した廃棄物よりも多量のリサイクル材が必然的に生み出されている。しかも、そこから先の利用実態は実に不透明である。リサイクルのたびに品質が劣化し、用途が次第に限られるなかで、年々再利用しつくすことが可能なのか。また、不法投棄の多くは建設廃棄物だとされるが、リサイクル材が使われずに国内に堆積していることはないのか。そもそも、ほぼ全量が再資源化され、リサイクル利用されているという筋書きが、廃棄物の大量発生に免罪符を与えているのではないか。その疑いがあらわになっている一つの例として、毎年の道路の舗装工事の延長距離と新規および再生されたアスファルト合材²の生産量の

1 令和2年公表の「建設副産物実態調査」（国土交通省）のデータ。これ以降の調査結果は2023年10月現在では発表されていない。

2 「アスファルト合材」とは、道路舗装工事で用いられるいわゆるアスファルトで「アスファルト混合物」ともいう。重油由来のアスファルトに砕石などの骨材やフィラーと呼ばれる石灰などを熱を加えて混合したもの。アスファルトを再生する場合は、劣化に対応した改良剤などを加えて「再生アスファルト合材」となる。

* 武蔵野大学サステナビリティ研究所客員研究員

受理日：(2023年10月31日)
発行日：(2024年2月29日)

推移を比較すると、2013年度から2018年度の間、舗装工事が行われた道路延長は4割減少しているのに対して、アスファルトの生産量は2割しか減っていないのである（図表1）³。

図表1 道路の舗装工事延長とアスファルト合材生産量

	道路・都市計画街路事業量(全国合計)			単位:Km	アスファルト合材生産量		単位:千トン
	道路改良	舗装補修	舗装新設	合計	新規合材	再生合材	合計
2013年度	9,248	11,989	2,432	23,670	12,063	37,992	50,055
2014年度	7,618	8,879	1,806	18,302	11,424	33,725	45,149
2015年度	6,351	7,390	1,255	14,996	10,130	31,858	41,988
2016年度	6,310	7,931	1,270	15,511	9,992	31,648	41,640
2017年度	6,270	6,915	1,300	14,485	10,524	31,527	42,051
2018年度	6,141	7,567	1,168	14,876	10,366	30,971	41,337

資料：国土交通省「道路年報」および（一社）アスファルト合材協会「アスファルト合材統計年報」

こうした問題意識は国や自治体も持っている。しかし、その対策はリサイクル品の規格化の推進や劣化防止のための研究開発くらいに留まっており、このままでは資源循環の破綻は防ぐことはできないだろう。この小論では、道路工事を中心に発生するアスファルト・コンクリート塊に着目し、公表データをもとにリサイクルの実態と問題の所在を明らかにし、課題解決の方向を検討する。アスファルト・コンクリート塊とは道路の維持修繕などの際に剝がされたアスファルト合材のがれきであり、その内容は石油精製の残渣物であるアスファルトと道路舗装などのために混ぜる骨材（大小の碎石）の混合物である。なお、分析の過程で、主として建物や構造物の建設工事から発生するコンクリート塊の状況にも立ち入る。

1. 建設リサイクル法の概要と特徴

アスファルト・コンクリート塊の再資源化を義務化した建設リサイクル法は2000年に公布され、2002年5月に完全施行された。その後は一度も改正されていない。その内容は次のとおりとなっている（図表2）。

法律の対象となる建設廃棄物は一定以上の規模を超える「対象建設工事」から発生する「特定建設資材」である。アスファルト・コンクリート塊は、コンクリート塊や木材などとともに特定建設資材に指定されている。「特定建設資材」となる規模要件は請負代金500万円以上（消費税を含む）なので、道路工事はほとんどが対象となる。特定建設資材は「再資源化」されな

³ 道路統計年報2022によれば、高速道路ではアスファルト93：コンクリート7、一般国道では95：5となっている。都道府県道・市町村道全体を含む道路全体では84：16となっている。ほとんどがアスファルト舗装であり、以下の論述もそれを前提にしている。

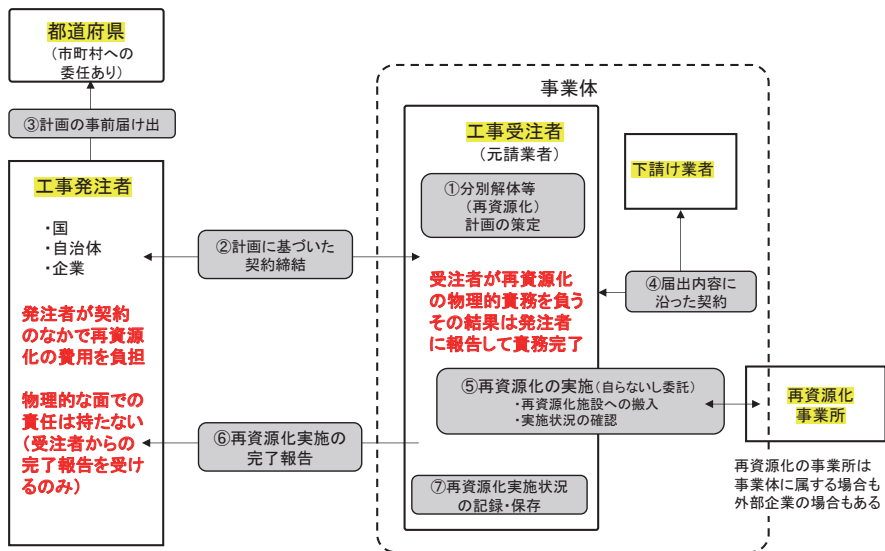
2021年度実績

	舗装道路延長				単位:km
	セメント系	アスファルト系	計	アスファルト系比率	
高速道路	674	8,408	9,082	0.93	
国道	2,416	49,818	52,234	0.95	
全舗装道路合計	55,258	295,393	350,651	0.84	

なければならない。「再資源化」とは、「資材又は原材料として利用することができる状態にする行為」と定義され、リサイクル利用される工事資材にすることではない。建設リサイクル法が工事関係者に求めているのはこの「再資源化」までである。

同法ではこの「再資源化義務」が確実になされるように、工事の「発注者」と「受注者」との間で行う必要な手続きが定められている。すなわち、受注者は工事における分別解体計画などを作成し、それを発注者に説明し、契約を締結する。契約に記載すべき事項には解体や再資源化に要する費用と再資源化を行う施設の名称や所在地を記載することになっている。発注者はそれをもって都道府県に事前の届出を行う。受注者はそれを踏まえて工事と再資源化を行うことになる。発生したアスファルト・コンクリート塊は現場での積み込み作業を経て、再資源化のための事業所に搬送する。そこで再資源化が実施されたら、受注者は発注者に対して再資源化の完了報告を提出し、合わせてその実施状況に関する記録を作成し、それを自身で保存する。大規模道路工事では、受注者は「元請負人」として受注し、実際の工事や再資源化は「下請負人」が行う場合が多い。その場合は、元請負人が責任をもって、発注者への報告と記録の保存を行う。発注者は完了報告を受けるだけであり、都道府県も初めの段階で届出の提出を受ける形で関与するが、それ以降の再資源化の履行については関わらない。

図表 2 建設リサイクル法のしくみ



以上のような建設リサイクル法の特徴は次のようにまとめることができよう。

- アスファルト・コンクリート塊の再資源化に必要な費用は工事の発注者が負担し、物理的な「再資源化」は受注者である事業会社が責任をもって行う。
- アスファルト・コンクリート塊が再資源化施設を通過した後の工程については、発注者も受注者もまったく関与することはない。
- 誰がどこでどのようにリサイクル利用しているか（あるいはしていないのか）については法律の範囲外である。

第二、第三の点は、建設リサイクル法が容器包装や家電に関するリサイクル法と根本的に異なる点である。後者では、再資源化された後の廃棄物のリサイクル利用に関して生産者（メーカーや販売店）が何らかの形で関与する仕組みとなっていて、廃棄物の発生から再資源化、さらにリサイクル利用という資源循環が、金銭のやり取りなどを通じて法的にもループして閉じた形になっている。これらに対して、建設リサイクル法は再資源化の先が野放しの一方通行である点で著しく異なっている。

2. アスファルト・コンクリート塊のリサイクルフロー

アスファルト・コンクリート塊のリサイクルに向けたプロセスは次の図表3に示すとおりとなっている。道路工事現場から発生した「がれき」であるアスファルト・コンクリート塊は、ごく一部が現場で再利用され、また微量が産業廃棄物として搬出される。それ以外の95%程度が再資源化施設に持ち込まれる。そこで行われるのは「がれき」を破碎し、大まかな規格に沿って仕分けする中間処理というべきものである。この「再資源化」を経たものは産業廃棄物の範疇からはずれる。そこからさらにリサイクルに向けて、アスファルトに再生する工程に持ち込まれるものと、クラッシャー⁴として再生利用されるものとに分かれる。再資源化工程と再生アスファルト製造工程が一体化している事業所もあれば、両者が別々の場合もある。また、それぞれの事業所を異なった企業が運営している場合と、一つの企業が両者を運営している場合があり、また、クラッシャー製造も合わせて一体的に経営している場合もあって、事業の形態はさまざまである。

このうち、再生アスファルトを製造する工程は、砕いたがれきに付着しているアスファルトをがれきごと再利用するものであり、それに新たにアスファルト用の骨材や改良剤などを加えて、再生アスファルト合材にする。そのために、製造された再生アスファルト合材の量は、当初に工事現場から排出されたアスファルト・コンクリート塊の数量よりも膨れ上がったものとなる。また、道路舗装工事には再生アスファルトでは品質面で対応できない場合が多いため、舗装には新材として製造されたアスファルト合材も用いられる。再生品と新材を混合する場合もあるし、新材は浸透性舗装など新しい舗装向けに限って別々に用いられる場合もある。

ここで重要なことは、再生アスファルト合材は舗装に用いられるだけでなく、かなりの部分が「路盤材」⁵となっていることである。さらに、「路盤材以外にも用いられている」ということも行政や業界団体などの資料から浮かび上がる。ただし、その実情は不明である。

一方、アスファルト・コンクリート塊由来の再生クラッシャー（再生碎石とほぼ同義）は路盤材に利用されている。ただし、いくつかの資料をみると、埋め戻し材などとしても利用さ

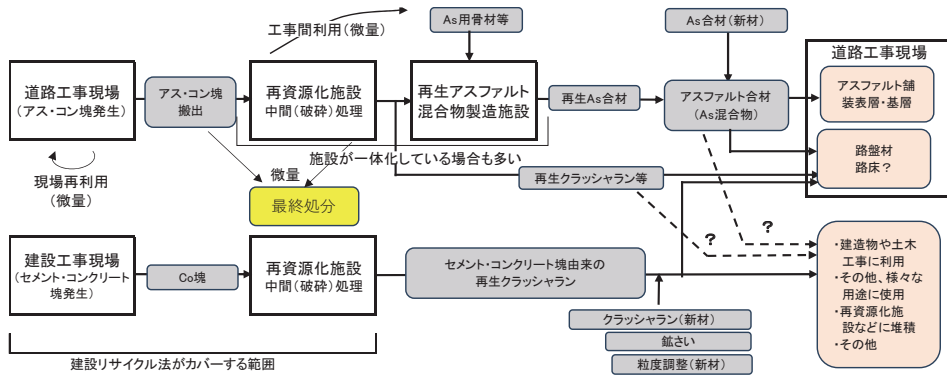
4 「クラッシャー」とは、岩石や玉石をクラッシャーという機械で破碎したもの。工事現場から排出されたがれき類を破碎したものが「再生クラッシャー」である。

5 「路盤材」とは、道路の強度を高めるためにアスファルト舗装の下に厚く敷かれる石やそれに準ずるもの。舗装道路の構造は、上から表層、基層、路盤（上層・下層）および路床からなる。表層は4cm程度、基層は3から4cmで、アスファルト合材で舗装される。路盤の基準値は、上層が15cm、下層が20cm以下とされる。路盤には質の高い碎石が必要であり、上層路盤には良質な碎石が使われるのに対して、クラッシャー（岩石や玉石を破碎機で砕いたもので、再生ではない）は下層路盤に利用される。再生クラッシャーは下層路盤に使われるが、補完的な位置づけにある。路盤の下が路床であり、強度と密度を保つために主に砂が利用される。

れている。また、再資源化施設に在庫として堆積している部分も大きいといわれる⁶。

実は、路盤材に用いられる再生クラッシュランは、アスファルト由来のものよりも主として建物・建造物の工事から発生するコンクリート塊由来の再生クラッシュラン方が何倍も大きい。さらに、その3分の1が路盤材に利用されていると指摘する国土省の土木研究所の報告もある⁷。なお、再生砕石はそのままで使われるのではなく、新材としてのクラッシュランや鉾津由来の砕石（多くは採石現場で生じた石の屑）と混合されて利用される場合が多い。

図表3 アスファルト・コンクリート塊のリサイクル利用までの流れ



資料：国土交通省「建設副産物実態調査」、その他、国・自治体による各種資料

ここで注目すべきは、道路工事から発生するアスファルト・コンクリート塊と建物・建造物工事から発生するコンクリート塊の両者は、再生クラッシュランの製造から利用に至る過程で一つにまとめられて扱われていることである。また、再生クラッシュランの製造業者は基本的に岩石・玉石などを原料とした新材としてのクラッシュランをも製造しており、また採石場をもっている業者である場合が多い。また、再生アスファルト合材の製造施設も、新材や再生の砕石を骨材として投入するプロセスが重要であり、この点で砕石事業と密接に関係している。こうした状況のもとで、再生アスファルト合材や再生クラッシュランの用途が不明になっていることに留意したい。

3. 数値でみるアスファルト・コンクリート塊のリサイクル

(1) 建設リサイクル法施行以来の動向

それでは、アスファルト・コンクリート塊のリサイクルの実態はどのようなものであるか。国土交通省が数年おきに実施している「建設副産物実態調査」をもとにデータを加工・補正すると図表4に示すとおりとなる⁸。これによると、建設リサイクル法が完全施行された2002年

6 新田弘之 他、「アスファルト・コンクリート塊の自足的なリサイクル」、土木技術資料 No.53 -、独立行政法人土木研究所、2011年

7 同上

8 「建設副産物実態調査」は最新のものが令和2年に発表されたものが最終であり、データとしては2018年度が最新である。統計ではいくつかの数値が空欄となっているが、それらは項目間の加除計算によって補足してある。

度から 2018 年度の間には全国の工事から発生するアスファルト・コンクリート塊の発生量（表中①）は 3 分の 2 になっている。「リサイクル率」 $((②+④+⑦) \div ①)$ 、正しくは「再資源化率」⁹ は 2018 年度時点で 99.5% に達し、再資源化量（⑦）は 2002 年度対比 3 分の 2 まで減少している。再資源化から先の状況についてみると、2002 年度時点では再生クラッシュランとしての利用（⑧）が発生量に対して 5 割弱を占めていたが、2018 年度時点では 2 割強にまで減少し、それに対して再生アスファルトへの利用割合（⑨）が大きく増加していることが注目される。その結果、道路舗装に利用されるアスファルトに対する再生品の割合（⑪ \div ⑬）は、この間に 82% から 92% に増加している。そして、新たに舗装工事に投入される新材としてのアスファルト合材の利用量（⑫）は、2002 年の 951 万トンから 2018 年には 279 万トンと、この間に 7 割も減少した。

図表 4 アスファルト・コンクリート塊の再資源化とリサイクルの動向

単位: 万トン %

	2002年度		2005年度		2008年度		2012年度		2018年度	
①As発生量	3,007	100.0	2,631	100.0	2,006	100.0	2,588	100.0	2,128	100.0
②うち、現場内利用	32	1.1	24	0.9	14	0.7	11	0.4	60	2.8
③As搬出量	2,975	98.9	2,606	99.0	1,992	99.3	2,577	99.6	2,068	97.2
④工事間利用	41	1.4	43	1.6	0	0.0	4	0.2	13	0.6
⑤再資源化施設へ	2,896	96.3	2,541	96.6	1,961	97.8	2,570	99.3	2,049	96.3
⑥最終処分(現場搬出時点)	38	1.3	23	0.9	31	1.5	3	0.1	5	0.2
⑦再資源化	2,896	96.3	2,526	96.0	1,960	97.7	2,560	98.9	2,045	96.1
⑥' 最終処分(再資源化後時点)	0	0.0	14	0.5	1	0.0	10	0.4	4	0.2

%の値は①As発生量に対する割合

単位: 万トン %

	2002年度		2005年度		2008年度		2012年度		2018年度	
⑧再生 クラッシュラン等 (Co再資源化過程に利活用)	1,412	47.0	1,060	40.3	405	20.2	957	37.0	472	22.2
⑨Asとしての再利用	1,484	49.4	1,466	55.7	1,555	77.5	1,603	61.9	1,573	73.9
⑩As用骨材等(新規投入)	2,896	96.3	2,545	96.7	2,084	103.9	1,875	72.4	1,511	71.0
⑪再生As合材 (工事間利用量が加わる)	4,380	145.7	4,055	154.1	3,639	181.4	3,478	134.4	3,097	145.5
⑫As合材(新材)	951	31.6	818	31.1	405	20.2	493	19.0	279	13.1
⑬As合材 利用量	5331	177.3	4,873	185.2	4,045	201.6	3,971	153.4	3,376	158.6
⑭現場内利用	32	1.1	4	0.2	8	0.4	6	0.2	5	0.2

%の値は①As発生量に対する割合

資料：国土交通省「建設副産物実態調査」各年版

このように、アスファルト・コンクリート塊のリサイクルは順調に進展してきた。とはいえ、次のような点も指摘される。つまり、「リサイクル率」が 99.5% であるという一般的な説明は誤解を招くもので、それはあくまでも「再資源化率」である。「リサイクル率」をアスファルト・コンクリート塊発生量に対する再生アスファルトへの再利用分とする場合は、全く違った水準の数字となる(2018 年度の数値については後述)。また、どの調査年度においても、再生アスファルト合材の量(表中⑪)が、排出されたアスファルト・コンクリート塊の発生量(①)よりも 1 千万トンほども上回っている、つまり廃棄物としての発生量から大きく膨れ上がっているこ

9 国交省の資料では「リサイクル率」という見出しがなされているが、正式には再資源化率であり、より正確には「縮減率を含む再資源化等率」である。

とをどう評価すべきなのか、重要な問題といえる。

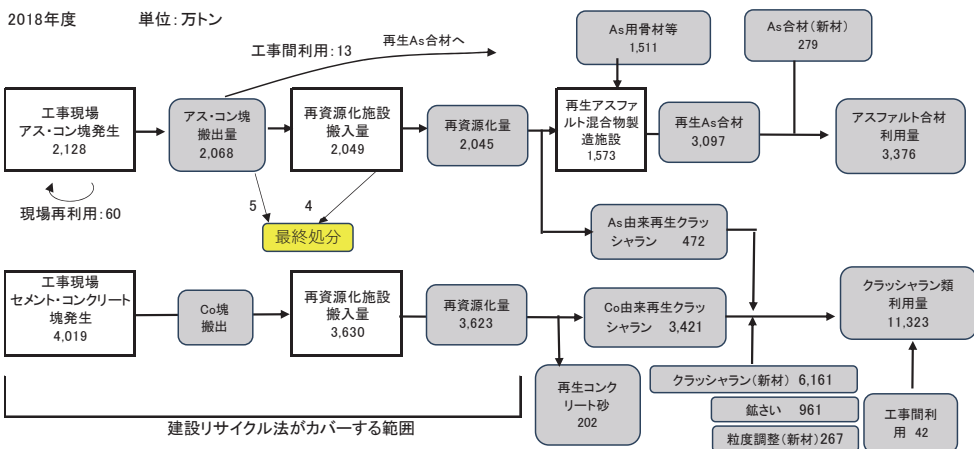
さらに指摘されるのは、アスファルトに再生する工程でアスファルト骨材等（表中⑩）を「新材」として投入することになっており、そこには本来ならば「再生」骨材として利用できると思われる再生クラッシュラン（⑧）は使われていないことである。新材として投入される骨材は調査年度ごとに減少してきているが、それでも2018年度においては、再生アスファルト合材（⑪）に再利用される部分（⑨）とほぼ同じ量が投入されているのである。すると、アスファルト・コンクリート塊の一部をなす原油由来物であるアスファルト部分が、リサイクルされた再生アスファルト合材のなかでどの程度の割合を占めるのか、これは疑問となる点である。このように、再資源化された以降の状況にはいくつもの謎がある。

（2）最新データでみるリサイクルの状況

次に、最新時点である2018年度についてみると（図表5）、アスファルト・コンクリート塊の発生量（表中①）は2,128万トンで、そのうち再資源化された量（⑦）は2,045万トンである。これに工事の現場内で再利用されたもの（②）と他の工事で再利用されたもの（④）を合わせた2,118万トンが資源化等がなされた量であり、発生量の99.5%に相当する。ここまでの段階で廃棄物として最終処分されるものは全体の0.5%となる。

アスファルト・コンクリート塊が再資源化されたあとのリサイクル利用のされ方は2つに分かれる。一つは再生アスファルトに用いられる1,573万トンである（⑨）。この部分がアスファルト・コンクリート塊に占める割合（本来の意味でのリサイクル率）は73.9%となる。もう一つは再生クラッシュラン（いわゆる再生砕石）として利用される472万トンである（⑧）。この再生クラッシュランは、コンクリート塊由来の再生クラッシュラン3,421万トンと合わせてリサイクル利用される。用途は主に路盤材とされている。

図表5 アスファルト・コンクリート塊の再資源化とリサイクルの最新状況



資料：国土交通省「建設副産物実態調査」各年版

以上のうちアスファルトにリサイクルされる部分（表中⑨）についてみると、ほぼ同量の新規の骨材（⑩）1,511万トンが加えられて、再生アスファルト合材（⑪）、つまり道路工事など

に利用されるアスファルトの形態となる。2018年度の場合は3,097万トンの再生アスファルト合材が得られている。これをみると、アスファルト・コンクリート塊の発生量よりも、そこからリサイクルされた再生アスファルト合材のほうがかなり大きく、ほぼ970万トン、1.5倍の差がある。さらに、実際の道路舗装工事などにはさらに新規のアスファルト合材（⑫）が加わる。その量は2018年度においては279万トンであり、全体のアスファルト合材利用量（⑬）は3,376万トンとなっている。結果として、廃棄物となったアスファルト合材の1.6倍のアスファルト合材が道路の舗装工事に投じられているという理屈となる。それは、道路の維持・修理や改良工事によるアスファルトの張替えのほかに、新たな道路整備による舗装があるためというのが大きな理由はあろうが、図表1でみたように、舗装新設工事は延長距離にして道路舗装工事全体の1割にも満たないので、ここは疑問が生じる。

（3）リサーチ・クエスチョン

以上のように、再生アスファルト合材になる部分についても再生クラッシュランとして流れていった部分についても、いずれも不透明な点が多いが、循環型社会を目指す立場からは、少なくとも次の点について知ることが必要である。

① 再生アスファルトの利用実態とその本質

再生アスファルト合材はそのどの程度が実際に道路舗装工事に投入されているのか。どれだけが路盤材などとして利用されているのか。どこかに溢れ出していないのか。

② 再生クラッシュランの行方とその本質

再生クラッシュランはコンクリート塊からより大量につくられるが、そのなかでアスファルト・コンクリート塊由来のそれはどの程度が有効利用されているのか。そもそもその「有価物」としての実質はあるのだろうか。

以下では、これらの問題について、建設副産物実態調査のデータとアスファルトや碎石に関する統計を突き合わせながら、リサイクルの実態に迫っていきたい。

4. 統計から推測できるアスファルト・コンクリート塊のリサイクルの実態

（1）再生アスファルトの利用実態とその本質

① 舗装に利用される再生アスファルト合材

2018年度における再生アスファルト合材や新規アスファルト合材の利用量について、国交省の「建設副産物実態調査」と一般社団法人日本アスファルト合材協会による「アスファルト合材統計年報」を比べると、双方とも再生アスファルト合材の生産量は3,097万トンと同じである。しかし、新材としてのアスファルト合材の生産量については、建設副産物実態調査では279万トンであるのに対して、アスファルト合材統計では1,037万トンとなっており（図表1参照）、両者の差は750万トンもある。これはどのように解釈したらよいか。それは、建設副産物実態調査に出てくる再生アスファルト合材（図表4の⑪）が新材のアスファルト合材（⑫）と合わせ利用されているためである。つまり、2つの数値の差である750万トンの新規アスファルト合材が道路舗装工事に優先的に単独で利用されている部分であり、これは建設副産物実態調査では調査対象の範囲外になっている。そして、279万トンだけが建設副産物実態調査の対象となり、それが再生アスファルト合材と合わせて使われていると解釈できる。

もう一つ、建設廃棄物実態調査の数字で注目しなければならないのは、再資源化物のうちアスファルトへの利用部分（⑨）、アスファルト骨材等の新規投入量（⑩）および再生アスファルト合材（⑪）の相互の数量的関係である。舗装工事に利用されるアスファルト合材は、重油由来のアスファルトに骨材（大小の碎石・砂利）やフィラーと呼ばれる石灰などを加えて製造される。通常、骨材は全体の90%、フィラーは5%で、合材に占めるアスファルトとそれ以外の骨材等の割合は5：95である。すると、新規骨材等1,511万トンに見合うアスファルトの量は約80万トンとなる。つまり、搬入された再資源化物からアスファルトとして分離された約80万トンだけが新材骨材と合わされて再生アスファルト合材となり、その数量は1,590から1,600万トンとなる。この部分が実際に道路舗装に再利用される部分である。

② 再生アスファルト合材の非有効な利用部分

とすると、再生アスファルト製造のために搬入された1,573万トンの再資源化物からこの80万トンを差し引いた部分（ちょうど95%に相当する）約1,500万トン弱は宙に浮くことになる。その実態は、それまで付着していたアスファルトがもう残っていないために、がれきとさほど変わらないものといえる。したがって、この部分は建設副産物実態調査では再生アスファルト合材として位置付けられているものの、舗装用に利用されているとは考えられない。国や自治体の資料などから推測すると、まずは路盤材として利用されていると考えられる¹⁰。しかし、路盤材としての利用もかなり限られているはずである。その理由は、あとで述べるように、路盤材となる碎石そのものが余っており、質的に再生碎石にすら劣る「アスファルトを含まない再生アスファルト合材」は、利用順位として劣後するためである。相当な部分が、あるいはほとんどが有効利用されないまま、埋め戻しを含むさまざまな形で「処分」されたり「堆積」していると推測される。とすると、この部分は「有価物」というよりも「廃棄物」に近い。そうであるならば、その行方を最後までフォローすべきではないだろうか。

なお、以上の推測に基づくと、2018年度において舗装に用いられたアスファルト合材の総量は約2,600万トン（新規アスファルト合材の1,037万トンおよび再生アスファルトに用いられた80万トンのアスファルト部分と新規骨材投入量約1,511万トンの合計）である。この数字は、同年度のアスファルト・コンクリート塊の発生量が2,128万トンであったことと符合する。必要なアスファルトの量は、この2,128万トン相当のアスファルトを貼り換えるための量と、新しい舗装新設工事に利用するアスファルト量の合計だからである。

（2）再生クラッシュランの行方とその本質

① 再生クラッシュラン（再生碎石・骨材）の利用実態

アスファルト・コンクリート塊の再資源化過程で生まれた再生クラッシュラン（再生碎石）はどのように利用されているのだろうか。これはコンクリート塊由来の再生クラッシュランなどと合わされて利用されていて、データで追うことはできない。しかし、経済産業省が実施し

10 「東京都建設リサイクルガイドライン」（平成23年6月、東京都）では、「第6章 建設副産物のリサイクル等」で、再生アスファルト混合物（合材）の用途を路盤材と明記している。また、国土交通省の中部地方整備局のウェブ公表資料「建設リサイクルに関するページ」では、アスファルト混合物の路盤材としての利用を「リサイクル好事例」として紹介している。これは逆にいうと、大量の再生アスファルトが路盤材としても利用されずに、何らかの形で「堆積」していることを想起させる。

ている「砕石等統計年報」などと突合することで推測できることはある（図表6）。

この2018年度のデータをみると、再生骨材（これはコンクリート塊およびアスファルト・コンクリート塊から再資源化の過程で生じた再生クラッシュラン由来のものである）の出荷量は1,853万トンであり、そのうちの99.4%が「道路用・その他」用で、「コンクリート」用は0.6%に過ぎない。再生骨材（再生砕石）はコンクリートやアスファルトの付着を除去することができないために、コンクリートに利用する砕石としては適さないのである。そのため、再生クラッシュランはほぼ全量が道路・その他の工事への利用で、建物や構造物にはほとんど利用されない。さらに、出荷された骨材は粒度調整などが必要なため、新材としての砕石も混ぜて用いられる。2018年度のデータでは、新材の混合割合は35.8%となっているので、この年度において「道路・その他」の工事に使われた再生骨材の出荷量は約1,200万トンとなる。この大部分が再生クラッシュラン由来の再生砕石である。

図表6 砕石・再生骨材出荷量状況（用途・品種別）

2018年度	千トン		合計	%	百万円	円/トン
	道路用・その他用	コンクリート用				
砕石	73,734	97,757	171,491	—	219,360	1,279
再生骨材(砕石混入)	18,420	107	18,527	35.8	17,705	956
再生砕石のみ(計算)			11,894			775

資料：経済産業省「砕石等統計年報」

一方、先に引用した2011年に出された国交省土木研究所の報告によると、建物・建造物の工事から発生するコンクリート塊から生まれる再生砕石の3分の1が路盤材に利用されている。今もその状況が同じだとすると、建設副産物実態調査における2018年度のコンクリート塊由来の再生クラッシュラン（再生砕石）は3,421万トンなので、そこから路盤材に利用される部分はそれだけで1,100万トン近くになる。それは、「道路・その他」の工事に使われた再生骨材（再生砕石）1,200万トンにほぼ匹敵する数量である。このことが示すのは、道路などの工事から生まれたアスファルト・コンクリート塊由来の再生砕石472万トンは、路盤材に利用されているとしてもそれはほんの少し、せいぜい100万トン程度しかないということである。上述のように再生砕石の用途は限られ、道路工事への利用がほとんどであるので、アスファルト・コンクリート塊由来の再生砕石のかなりの部分、おそらく400万トンくらいは有効利用されず、何らかの形で「処理」されたり「堆積」したりしていると考えられる¹¹。

② 再生クラッシュラン全体の余剰状況

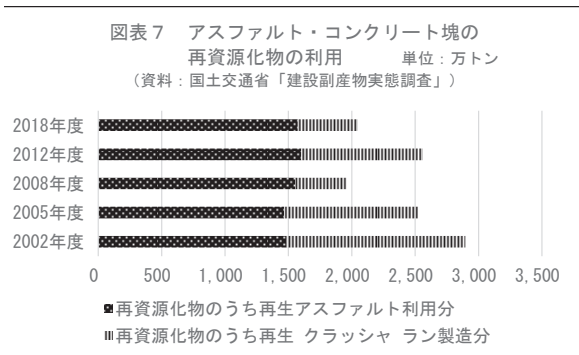
そもそも建設副産物実態調査によると、2018年度における再生クラッシュランは、アスファルト・コンクリート塊由来とコンクリート塊由来のものを合計すると3,893万トンつくられている。一方、図表6でみるように、再生骨材の出荷量は道路用その他を含めて年間1,853万

11 路盤には質の高い砕石が必要である。路盤は通常は上層と下層に分かれるが、良質な砕石が上層路盤に使われ、下層路盤でも優先されるのに対して、再生クラッシュランや再生アスファルト合材が使われる場合は下層路盤に限られる。

ンである。骨材もクラッシュランも碎石もほぼ同義だとすると、両者の差である年間約2,000万トンの再生碎石が有効利用されていない可能性がある。再生クラッシュラン、再生碎石、骨材などの製造・出荷及び利用に関するデータは統一されておらず、公表数字を基に利用状況や余剰状態を推測することは難しいが、いずれにしても毎年膨大な量の再生クラッシュランが行方不明となっている。これはデータ上だけのことなのだろうか。

③ 生産調整の仕組みとしての再生クラッシュラン

こうしてみると、再生クラッシュランをめぐるには別の問題があると考えられる。排出されたアスファルト・コンクリート塊の全量を再生アスファルトに利用しようとする、その需要を大きく超過することになってしまう。そこで、再生アスファルトの生産量を調整する必要がある。



そのために、再資源化物の一部を再生クラッシュランの製造にまわして、リサイクルルートから外している可能性が強い。それは図表7に示すように、再生アスファルトに回る物量は年によってもさほど変わらないのに対して、再生クラッシュランにまわる部分が年によって大きく変動していることからうかがえる。つまり、再生クラッシュランには積極的な存在意義はなく、物量の調整

項目としての要素が強いのである。

以上に述べてきたことは公表数値を基礎にしているが、それは国土交通省の文書である「建設リサイクル推進計画2020」が掲げているアスファルト・コンクリート塊のリサイクル上の課題とは大きなずれがある。つまり、そこでは「高価なアスファルトが骨材に付着した付加価値が高いアスファルト塊の一部が路盤材として再利用されている」、その理由として「As（アスファルト・コンクリート）塊は『リサイクル原則化ルール』により再資源化施設への搬出を義務付けているが、再生As合材製造施設への搬出は義務付けられていない」ためだとしている。そして、「As塊は再生As合材製造施設への搬出を義務付けるなど、『リサイクル原則化ルール』の改正の検討」を課題として挙げている。しかし、上述のように再生アスファルトそのものが余っているものであり、国交省の説明は人々をミスリードするものである

④ 再生クラッシュランの本質

アスファルト・コンクリート塊由来の再生クラッシュラン（再生碎石）は、その多くが有効利用されていないことがわかったが、この状況でそれは有価物といえるのだろうか。再生碎石は新材としての碎石を混合して出荷されている。2018年度の碎石・再生骨材の販売量と金額から、再生碎石のみのトン当たり価格を計算すると、出荷額¹²はトン当たり775円で、碎石の比重（1.6から1.7）を加味すると1㎡あたり約1,300円程度となる（図表6参照）。これは運送費を含まない価格である。この数字をどう解釈するかが問題となる。

トラックの運賃をみると、80キロ程度の走行距離で、2トントラックが1万円、10トントラック

12 工業製品出荷額は事業所の販売額と同じことであり、基本的に発送、つまり運送業者の運搬車に積み込み、トラックが発発するまでを含む。

クで4～5万円である。もし碎石事業者が運賃込みで再生碎石を販売するとして、トン当たり5,800円（2トン当たり運賃1万円と1トン当たりの再生碎石約755円の合計を1トン当たり均した数値）より安い工事現場渡し価格を設定しているとする、再生碎石は実質的に逆有償である。そこで碎石業者のホームページからそうした販売価格をみると、どの事例をみても大幅に下回っているのである¹³。したがって再生碎石は明らかに逆有償物である。比較する例として金属スクラップを例にとると、規格が揃っていない最も安いステンレススクラップでもトン当たりでは4千円（運賃を含まず）する。それが再資源化されたものの最低の値段といえる。再生碎石は新材としての碎石と混ぜることによって、かろうじて最低限の商品になっているといえることができる。すると、その前工程にある再生クラッシュランは当然に「逆有償物」であり、まだ廃棄物の状態にあるといえるのである。

（3）アスファルト・コンクリート塊のリサイクルに関する総括と問題の本質

以上の2018年度のデータをもとにした検討結果をまとめると、次に示すとおりである。

- 主として道路工事から発生するアスファルト・コンクリート塊約2,100万トンから3,100万トンの再生アスファルト合材がリサイクル材としてつくられる。しかし、そのうち舗装工事に用いられるのは、正味80万トンのアスファルトを含む1,600万トンに過ぎない。
- 残りの約1,500万トンの再生アスファルト合材は路盤材に使われているとされるが、実際にはその多くが埋め戻し材などへの利用を含め、処理されるか堆積している。
- 舗装に利用されない再生アスファルト合材は、物理的な性状として実質的ながれきに近いものであり、経済的にも実質的に逆有償物である。
- 道路舗装工事に利用されている再生クラッシュラン（再生碎石・再生骨材）約1,200万トンのほとんどは道路以外の工事から発生したコンクリート塊由来のものであり、アスファルト・コンクリート塊由来の472万トンの再生クラッシュランは、その大部分が有効利用されていない。
- アスファルト・コンクリート塊やコンクリート塊由来の再生クラッシュランは全体で約3,900万トンあるが、そのうち最大2,000万トン近くは有効利用されずに、処理されているか堆積している可能性がある。
- 再生クラッシュランは経済的には逆有償物で、実質的に廃棄物といえる。

以上のように、アスファルト・コンクリート塊は「再資源化」されたあとは野放しの状態になっており、そのかなりの部分が埋め戻し材という用途も含めて、何らかのかたちで「処分」されたり「堆積」したりしている。たとえきちんと「保管」されたり「在庫」となっているも、販路がなかったり利用されない状態が続けば「廃棄物」であり、行政機関もそのように解釈している¹⁴。これが現実である。「99.5%が再資源化されている」ことが免罪符になって、リサイ

13 瑞明建設有限会社では、2トンダンブで10,000円から、4トンダンブで13,000円～となっている。釜淵運送有限会社は、1立方メートル（1.6～1.7トン）当たりの業者運賃込み値段で2,400円。2トンで5,200円（送料込み、規格はRC40）となっている。これらから、1トン当たり運賃込み価格は1,600円から5,000円の範囲となる。

14 地方自治体の基本的見解は、リサイクル路盤材は有償物として定着しているので、再資源化施設で中間処理（破碎）した後は産業廃棄物ではない、というものである。しかし同時に、それを長期保管している場合は廃棄物のままであ

クルが行き詰っている状況が覆い隠されているのである。これを事業者側からすれば、リサイクルしているという大義名分を得ること、またそれによって、さまざまな処分的手段を確保することに大きな意味があるのではないか。そこがこの問題の本質であると考えられる。

5. リサイクル問題の背景要因

以上に述べてきたアスファルト・コンクリート塊のリサイクルをめぐる問題はどこから生じているのか。ここでは次の2つの要因を指摘したい。

（1）問題の背景要因その1：廃棄物の物理的・経済的な特性に対応しない法制度

① 廃棄物とリサイクル材の間の物理的・経済的な区分のあいまいさ

根本的な問題として、産業廃棄物としてのアスファルト・コンクリート塊、それを中間処理した再生資源化物およびそれをもとに加工・調整した再生アスファルトや再生クラッシュランの間における物理的な違いがはっきりしないことが挙げられる。また、そうした物理的な性状から、経済的にみても、再生資源化物やリサイクル資材が有価物といえるのか疑問であり、実際に有償で取引されているのか逆有償であるのかもはっきりしない。

② 建設リサイクル法の欠陥

アスファルト・コンクリート塊とその再生資源化物・リサイクル材との間にそうした物理的・経済的な曖昧さがあるにもかかわらず、建設リサイクル法では、再生資源化されたあとは有償取引が行われるとみなし、どのようにリサイクルされ、利用されているかについてはフォローしない。道路工事者も、再生資源化施設に搬入し、再生資源化されたことを工事の発注先に報告し、その記録は自身が保管するだけでよい。行政は単に事前の届け出を受けるだけで、主体的な関与はない。工事の発注者は道路工事者との契約によって再生資源化のコストを負担することになっているが、こうした制度のもとでは、工事の発注によって廃棄物を発生させたという責任を感じることなく、自身が支払う費用が安いほどよいという意識が働く。このことが、廃棄物の発生抑制やリサイクル利用の拡大という「責務」の遂行を妨げている。

（2）問題の背景要因その2：ワンセットでクローズドな産業組織

① 産業組織の特徴

「産業組織」とは、ある産業市場に関わっている企業間の競争と協調の関係、調達先・販売先との直接ないし市場を介した取引関係・力関係、および産業への参入障壁の状況などのことである。道路舗装工事とそこから発生するアスファルト・コンクリート塊のリサイクルまでの工程に関する多数の事業者についてみると、そこには企業間競争はあるものの、連続する工程に携わる企業間の取引ネットワークが緊密で、上流から川下まで一体構造になっている場合が多く、一つの業界としてクローズドされている。

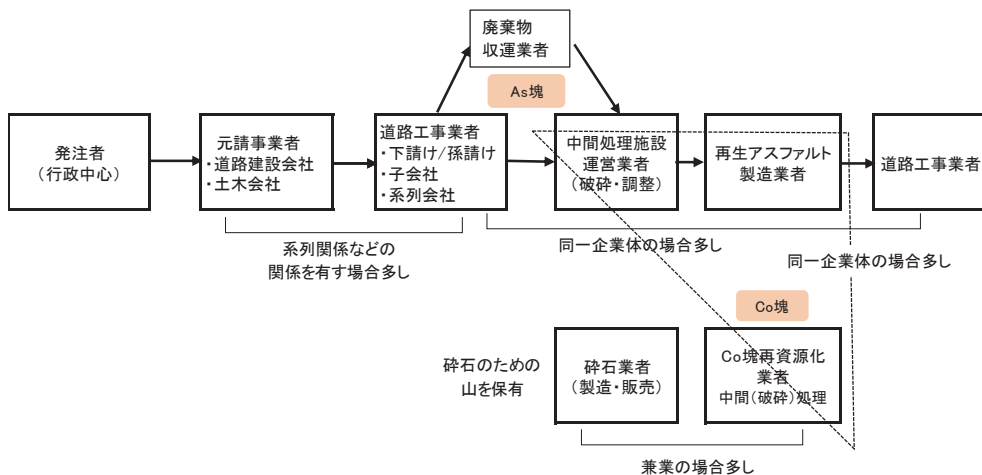
具体的には、図表8に示すように、道路工事会社、運搬会社、再生資源化施設および再生アスファルト製造施設の運営は同じ企業が手掛けているか、そうでなくとも関連会社である場合

るという解釈も行われている。それは、長期にわたって売れないものを保管しているとすれば、それはリサイクルを目的としたビジネスではなくて、廃棄物処理のための処理費用の受け取りを目的としたと解釈できるためである。すなわち、役所では、再生砕石や再生アスファルトの一部（アスファルトを含まない部分）について法律の制約から有価物としているが、実際は廃棄物である可能性を十分に認識しているといえる。

が目立つ。また、廃棄物の排出者である道路工事会社が再生アスファルト製造施設の運営者であり、またリサイクル品の利用者となる場合も多い。つまり、事象所（施設）間を移動する再資源化物やリサイクル材は、購入者と販売者、あるいは引き取り業者と引き取ってもらう業者が実質的に同じという場合が多いのである。

そして、多くの道路工事関係企業と再生碎石（骨材、クラッシュラン）製造を含む碎石事業者も一つの事業体として一体化している場合が多い。さらに、アスファルト・コンクリート塊の再資源化を行っている事業者は、そのほとんどがコンクリート塊の再資源化も行っている。というよりもむしろ、コンクリート塊の再資源化を行っている事業者の多くがアスファルト・コンクリート塊も手掛けているという方が正しいかもしれない。いずれにせよ、アスファルト・コンクリート塊の再資源化とコンクリート塊の再資源化は事業として一体となっている場合が多い。

図表8 アスファルト・コンクリート塊リサイクルに係る企業間関係



ここに具体例を挙げるだけの紙幅はないが、建設副産物の再資源化施設等の設置状況や碎石事業所数をみると、事業所の数もその増減傾向もほとんど同じであることがその傍証である（図表9）。

② 産業組織の特性がもたらす問題

こうした特徴をもつ産業組織は、上述した建設リサイクル法の欠陥を二つの点で浮き彫りにする。一つは、モノの本当の価値が外から見えなくなることである。廃棄物の発生からリサイクル利用や処分までの事業者間の取引が内部化されていると、各工程におけるモノの経済的な流れは、同一企業の会計帳簿内での移動か企業グループ内での相殺で行われる。そのため、どの段階で廃棄物が有償物になるのかということが外からはわからない。事業者にとっては、一つ一つの移転が有償

図表9 建設副産物の再資源化施設等の状況（2018年度）

合計	建設廃材施設数 ※			再生As 合材	碎石 事業所数 ※※※
	内訳		再生As 合材		
	Co破碎	As破碎			
1,234	1,115	1,040	334	1,092	
			※※ 1043		

注) Co : コンクリート塊 As:アスファルト・コンクリート塊
 資料: ※ 建設副産物の再資源化施設等の設置状況 (国交省)
 ※※ 道路に係る建設資材関係資料・データ (国交省)
 ※※※ 碎石等統計年報 (経産省)

取引なのか逆有償なのかはあまり関係ない。再生アスファルト合材や再生クラッシュランが舗装などに利用されることで原価が回収され、利用されない部分を何らかの形で処理、処分ないし在庫して、最後の段階で全体としてつじつまが合っていればよい。そして、そこに至るまでのコストは安いほどよいということになる。

もう一つは、産業組織がその中に逆有償物や価値のないモノを抱えこみ、調整することができる構造になっていることである。つまり、リサイクル利用や処理・処分までのプロセスで、実際は利用されなかったものを事業体のなかに抱え込むことができる。コンクリート塊の再資源化の事業規模はアスファルト・コンクリート塊のそれよりもはるかに大きいため、アスファルト・コンクリート塊由来の再資源化物で用途が見つからないものでも、吸収したり合わせて処理することが容易である。また上述のように、再生クラッシュランの量を調整項目として、再生アスファルト合材の需給調整を行うことも容易である。

6. 建設リサイクル法の問題と改正に向けた方向

こうした状況に対して必要なのは建設リサイクル法の改正である。それは建設廃棄物の資源化物やリサイクル材の物理的・経済的な実態および産業組織を十分に考慮したものでなければならない。また、当然の前提として、排出者責任と汚染者負担の原則に忠実なこと、およびリサイクルよりもリユースとリデュースを優先する仕組みを導入することが必要である。次にすぐにでも検討できるいくつかのアイデアを掲げたい。

●現場での再利用や工事間利用の推進

舗装貼り換えなどの工事現場から発生したアスファルト・コンクリート塊は、その現場での舗装工事への再利用や他の舗装工事での利用や転用をできるだけ推進する。そのためには、発注者から都道府県への事前届け出の必須事項として、現場再利用や工事間利用に回すアスファルト・コンクリート塊の数量を記載する。また、再資源化や再生アスファルトの製造プラントは工事現場とは違う場所にあることに配慮し、アスファルト・コンクリート塊をいったん現場の外に持ち出しても、現場で再利用したり工事間利用する部分は廃棄物の排出とは見なさない。こうしたリユースを促進する制度上の仕組みを調えることによって、廃棄物の現場からの排出量の削減とリサイクル材の再利用を進める。

●最終利用先までのフォロー

現場から廃棄物として排出された部分については、道路工事の受注者が、再生アスファルトや再生砕石として最終的に利用されるまでの物理的責任を負うしくみとする。そのためには、再資源化段階だけでなく、リサイクル材の製造場所、保管場所、利用場所を最後までフォローし、その情報を工事の発注者までフィードバックする仕組み（産業廃棄物のマニフェストと似た形）を導入する。再資源化されたものを処分する場合は、産業廃棄物のマニフェストの仕組みに従うものとする。

●結果に関する行政の関与と発注者の責務の強化

現行の建設廃棄物リサイクル法では、都道府県は事前届け出を受けるだけであるが、それを改めて自治体の関与を強める。例えば工事の発注者は、工事受注者がリサイクル利用や最終処分の最終段階までフォローして自分にフィードバックしてきた結果を、自分自身の責務

遂行の証として行政に報告する。そして行政はそれを何らかの形でチェックする。道路工事の場合は行政が発注者である場合も多く、その場合は第三者による公平な審査の仕組みを導入する。

こうした法的な縛りと経済的なインセンティブによって真のリサイクルが進み、未利用物の堆積が減少すると考えられる。また長期的には、再生アスファルトの利用拡大に不可欠な技術開発や用途開発が進むとともに、リサイクルコストの低減も進むことが期待される。

おわりに

アスファルトなどの建設工事から生まれるがれき類は一度に大量に発生するが、プラスチックや家電のようにサーマルリサイクルや輸出というある種の逃げ道がないために、どうしても不法投棄の対象になりやすい。また、産業廃棄物はたとえ自社の土地や施設であっても棄てれば違法であるが、廃棄物とさほど変わらずともその枠から抜け出たモノならば、場所を問わず大量に積み上げてても不法とはならない。碎石や砂利状になっていれば、建設発生土（残土）といっしょに土地の造成工事にも利用できる。そうした実態は時おり盛土の崩落などの人的災害として表面化する。建設系廃棄物の処理とリサイクルのありようは循環型社会の形成だけでなく、人々の安心にも関わるきわめて重要な問題なのである。国民としていま必要なことは、こうした問題の全体像を的確なデータ・情報で知ることである。

しかし、これに関する統計は実に不十分である。しかも、これまであった統計についても、廃止されたり公表されなくなったものがいくつもある。もし、本稿の分析結果が実態とずれている可能性があるならば、そのことが原因である。また、2018年度を最新時点とせざるを得なかった理由でもある。ちょうど2018年頃、国や自治体の間ではEBP（Evidence Based Planning）の必要性や有効性が盛んに提唱された。そのためには数値情報が必要であるが、建設系廃棄物については完全に逆行している。それは何故なのだろうか。

なお、ここで紙幅の関係から取り上げることができなかった問題として、建設発生土と建設廃棄物の関係がある。廃棄物の範疇に入らない残土は盛土など土地造成に使われるが、そこに混入しているものが廃棄物でないことが事業者にとっては重要になる。そのためには、再資源化施設を経由しているというお墨付きが役に立つ。建設リサイクル法がそうした機会を提供している可能性がある。

参考文献

- ・「建設副産物実態調査」各年版、国土交通省
- ・「道路年報」各年版、国土交通省
- ・「碎石等統計年報」各年版、経済産業省
- ・「アスファルト合材統計年報」各年版（一般社団法人アスファルト協会）
- ・「建設リサイクル推進計画2020」、国土交通省、2020年9月

- ・藪 雅行、「永続的な舗装リサイクル技術の確立を目指して」、土木研究所資料、2019年
- ・十河 陽一、他「アスファルト再生骨材の有効利用について－基礎材・路盤材への利用手法の考察－」、2011年度留萌開発建設部資料
- ・新田弘之 他「アスファルト・コンクリート塊の自足的なりサイクル」、土木技術資料 No.53－、独立行政法人土木研究所、2011年
- ・その他、関連省庁、東京都などの自治体、業界団体、関連企業のホームページ上の資料（一部は本文中に脚注の形で掲載）

数理モデルによる化学物質ばく露リスク評価の有用性の検証

Validation of Usefulness of Chemical Substances Risk Assessment by Estimate Model

伊藤 伸也*
Shinya ITO

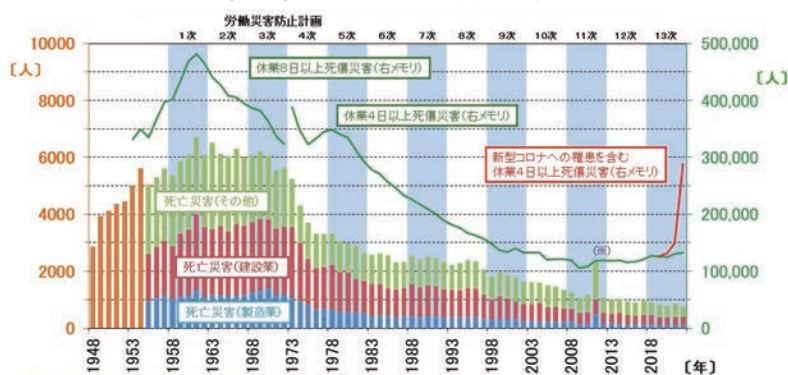
1. はじめに

本稿は、化学物質のばく露リスク評価手法の一つである、“数理モデル”を取り上げ、実際に発生した化学物質取扱いによる災害事例を用いてばく露濃度をシミュレーションし、数理モデルの有用性について検証したものである。

化学物質管理の世界の潮流はリスクベースの考えに基づき管理をする、ということが主流となっている。一方で、わが国の労働安全衛生領域における化学物質管理は特定化学物質障害予防規則や有機溶剤中毒予防規則などの特別規則による特定の化学物質について法令により個別具体的な規制をする体制をとっている。

わが国の労働災害の推移を見ると、1960年頃に死亡者がピークとなっており、1970年辺りから減少傾向を示している（図1¹⁾）。1972年（昭和47）に労働安全衛生法が労働基準法から独立し、新たな法律が制定されたことも労働災害減少を実現できた大きな要素かと考える。

（図1）労働災害発生件数の推移



※東日本大震災を直接の原因とするものを含んでいる。

死亡災害は、2020年と2021年は新型コロナへの罹患を含むが、他の年は含まない。

<引用：実務家の為の労働安全衛生のサイト¹⁾>

* 武蔵野大学サステナビリティ研究所客員研究員

受理日：(2023年10月29日)
発行日：(2024年2月29日)

一方で、昨今の労働災害の推移を見ると横ばい状態が続いている。化学物質の取扱いに起因した労働災害も同様の傾向を示しており、年間に約400件前後の化学物質の取扱いに起因した労働災害が発生している。

このような状況を改善すべく、2021年7月に国はこれからの職場における化学物質取扱いに対する考え方を「職場における化学物質等の管理のあり方に関する検討会 報告書～化学物質への理解を高め自律的な管理を基本とする仕組みへ～」としてまとめ公開した²⁾。前述の通りわが国の化学物質管理は法令準拠型であったが、今後は、事業者は「取扱っている化学物質のリスクを評価し、リスクの程度に応じてばく露を最小限にする」ことが義務付けられ、自律的に化学物質の管理をするという大きな方針転換がおこなわれようとしている³⁾。

ばく露リスクを評価する手法は、例えば、作業環境測定や個人ばく露測定などの実測法、数理モデルを用いた推定、有害性の程度と推定ばく露量のマトリックス方式など多くの手法が存在し⁴⁾、どのリスク評価手法を用いるかは事業者に委ねられている。どの手法もメリットやデメリットが存在することになる（例えば、実測法は作業環境やばく露濃度を正確に定量できるが、測定に要する作業負担やコストが多くなる、など）。化学物質を取扱う事業者は小規模～大規模にわたる事業規模が存在する。特に、小～中規模の事業者においては、自社内に化学物質取管理の専門家が存在しないケースが多いに想定される。また、取扱っている化学物質に対して全てを実測法で評価することは、人的負担やコスト面から考えると対応が困難である事業者が多くを占めることが想定される。よって、数理モデルにより取扱っている化学物質のばく露濃度を見積もり、初期のばく露リスク評価をおこなったうえで、リスクが高いとの評価結果になった場合について実測法を採用し、より精緻なばく露リスク評価に繋げることが法令の目的にも沿い、また、事業者としてはより実効性のあるばく露リスク評価プロセスになると考える。本稿では、このプロセスの出発点である初期のばく露リスク評価を数理モデルにて活用することの有用性について検証した。

2. 検証方法

① ばく露リスク評価ツール

化学物質取扱いのばく露リスクを評価するためのツールは、CREATE-SIMPLE、コントロールバンディング、ECETOC TRAなどが代表例として挙げられる⁴⁾。今回の検証においては、「易操作性、母国語表示、一般作業員でも使用可能（専門知識は不要）、定量値の評価が可能」の条件を満足する“CREATE-SIMPLE_ver2.5”を用いることとした。

② 検証に用いた災害事例

2012（平成24）年3月に大阪府の印刷事業場で発生した1,2-ジクロロプロパン（cas:78-87-5）が原因物質である胆管がん事例を用いて検証をおこなった⁵⁾。

本事例を取り上げた理由は以下に示す。なお、災害の概要は表1に示した。

- ・世界で初の事例であったこと⁶⁾
- ・発がんという極めて重篤な健康影響であったこと
- ・複数の作業員が当該化学物質を使用し発がんに至ったこと

- ・行政等の調査で当時の作業状況等のデータが多く存在すること

③ ばく露リスクの評価

以下の手順に基づき、1,2-ジクロロプロパンを取扱う当該作業におけるばく露濃度をCREATE-SIMPLEを用いてシミュレーションにて算出し、ばく露リスクを求めた。

（手順1）CREATE-SIMPLEへの必要情報・パラメータ設定

- ・職場のあんぜんサイト内にある“化学物質－化学物質のリスクアセスメント実施支援”から「CREATE-SIMPLE」を開き，“CREATE-SIMPLE ver2.5”をダウンロードする⁸⁾。
- ・マクロを有効化し、STEP1～STEP3に必要な情報を入力した。具体的な入力情報は「2.②検証に用いた災害事例の表1」の情報を踏まえて、次のとおり必要情報、パラメータを設定した（表2）。なお、文献等から得られない情報も確認されたため、これらの情報においては2.②の情報を踏まえ安全側（厳し目に評価されるよう）に設定した。

（手順2）ばく露リスクの判定

- ・手順1で設定した必要情報、パラメータをCREATE-SIMPLEへ入力完了後に、「リスクを判定」を押下する。
- ・判定結果（有害性リスク）に表示された「危険有害性の程度」、「ばく露の程度」および「リスクレベル」が表示されることを確認する。

（表1）作業状況・条件の概要⁵⁾⁷⁾

・ 作業概要	： 1,2-ジクロロプロパンを含む洗浄剤を使い、印刷機械などに付いたインキを落とす作業に従事
・ 取扱量	： 具体的なデータはないが、大量に扱っていたとの情報あり
・ 含有率	： 90%超
・ 取扱温度	： 作業場所は地下作業場であったことから室温と推測
・ 換気の状況	： 換気装置は設置されていたものの機能していなかったことが判明 (汚染空気の56%が作業場内に還流)
・ 作業時間・頻度	： 具体的なデータは無いが、勤務時間の多くを当該作業に従事していたと推測
・ 呼吸用保護具の着用状況	： 会社側は防毒マスクを提供していなかった

(表2) 入力必要情報・パラメータ

STEP1	<ul style="list-style-type: none"> ・ タイトル : 1・2 ジクロロプロパンを含む洗浄剤を用いた印刷機の洗浄・ 拭作業 ・ 実施場所 : A工場 地下作業場 ・ 製品名等 : 印刷機Aの洗浄 ・ 作業内容等 : 1・2 ジクロロプロパンを含む洗浄剤を使い、印刷機械などに 付いたインキを落とす作業 ・ CAS番号 : 78-87-5 ・ リスクアセスメント対象 : 吸入 ・ 性状 : 液体
STEP2	<p>○ばく露限界値</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 日本産業衛生学会 許容濃度 : 1ppm ・ ACGHI TLV TWA : 10ppm <p>○GHS分類情報</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 引火性液体 : 区分2 ・ 急性毒性(経口) : 区分4 ・ 皮膚腐食性/刺激性 : 区分2 ・ 眼に対する重篤な損傷性/眼刺激性 : 区分2 ・ 皮膚感作性 : 区分1 ・ 発がん性 : 区分1 ・ 生殖毒性 : 区分2 ・ 特定標的臓器毒性(単回) : 区分1 ・ 特定標的臓器毒性(反復) : 区分1
STEP3	<p>Q1 揮発性(沸点)はどのくらいですか。 : 中揮発性 <当該物質の物性から設定></p> <p>Q2 製品の取扱量はどのくらいですか。 : 中量(1L以上~1000L未満) <情報無いため安全側に設定></p> <p>Q3 対象物質の含有率はどのくらいですか。 : 25%以上 <2.②の情報から設定></p> <p>Q4 スプレー作業など空气中に飛散しやすい作業をおこなっていますか。 : いいえ <作業状況を踏まえ設定></p> <p>Q5 化学物質を塗布する合計面積はm²以上ですか。 : はい <作業状況を踏まえ設定></p> <p>Q6 作業場の換気状況はどのくらいですか。 : 換気レベルA(特に換気のない部屋) <2.②の情報から設定></p> <p>Q7 1日あたりの化学物質の作業時間(ばく露時間)はどのくらいですか。 : 5時間超~6時間以下 <情報無いため安全側に設定></p> <p>Q8: 化学物質の取り扱い頻度はどのくらいですか。 : 週1回以上, 4日/週 <情報無いため安全側に設定></p> <p>Q9 どのような呼吸用保護具を装着していますか。 : - <2.②の情報から入力無></p> <p>Q10 化学物質が皮膚に接触する面積はどれくらいですか? : 両手及び手首 <情報無いため安全側に設定></p> <p>Q11 取り扱う化学物質に適した手袋を着用していますか? : 手袋を着用していない <情報無いため安全側に設定></p> <p>Q12 手袋の適正な使用方法に関する教育は行っていますか? : 教育や訓練を行っていない <情報無いため安全側に設定></p> <p>※< >は判断根拠等</p>

(手順3)

- ・手順2で求めた CREATE-SIMPLE の推定ばく露濃度（以下「推定ばく露濃度」とする。）と、文献等から確認できた作業当時のばく露濃度（以下「ばく露濃度（当時）」とする。）の状態との比較をおこなった。
- ・具体的には「ばく露濃度（当時）／推定ばく露濃度」を求め、以下のとおり判定をおこなった。

■	ばく露濃度（当時）／推定ばく露濃度 > 1	・・・ CREATE-SIMPLE ではばく露リスクを過小評価している可能性有
■	ばく露濃度（当時）／推定ばく露濃度 ≤ 1	・・・ CREATE-SIMPLE ではばく露リスクを同等または安全側に評価

3. 検証結果

2.③の手順1で定めた指定条件によりリスク判定を実行し、以下の結果を得た（図2）。

- 1) 推定ばく露濃度：500(ppm)
- 2) 推定経皮吸収量：233(mg/day)
- 3) 合計（吸入＋経皮）：リスクレベルⅣ
※吸入：Ⅳ，経皮吸収：Ⅲ

また、平成25年3月に厚生労働省から出された「『印刷事業場で発生した胆管がんの業務外に関する検討会』報告書」において次の記載（以下引用「(略) 1,2-ジクロロプロパンについては、その使用期間（おおむね15年）を通して150ppmを超える高濃度であったと推測することが可能である。」）があり、ばく露濃度（当時）については“150ppm”に設定をした⁹⁾。

よって、ばく露濃度（当時）:150 / 推定ばく露濃度:500 = 0.3 となり、「CREATE-SIMPLE ではばく露リスクを同等または安全側に評価」という結果となった。

(図2) リスク評価結果

判定結果（有害性リスク）			
危険有害性の程度			
管理目標濃度（吸入）	～	0.05	ppm
ばく露限界値（吸入）	1		ppm
ばく露限界値（経皮）	34.64		mg/day
眼や皮膚への局所影響	S		
※リスクの判定ではばく露限界値を優先します。			
×			
ばく露の程度			
推定ばく露濃度	500	～	ppm
推定経皮吸収量		233	mg/day

Ⅱ	
リスクレベル	
合計（吸入＋経皮）	Ⅳ
吸入	Ⅳ
経皮吸収	Ⅲ
眼や皮膚への局所影響	S
至急リスクを下げる対策を実施しましょう。 耐透過性・耐浸透性の手袋を着用しましょう。 目や皮膚に有害な影響があります。適切な労働衛生保護具を着用しましょう。	

4. まとめ

本稿では、化学物質の取り扱い作業におけるばく露リスクについて、数理モデル (CREATE-SIMPLE) から導かれる結果の有用性について検証をした。化学物質のばく露リスクを精緻に把握する場合、その評価手法としては実作業時に作業場や作業者の呼吸域にサンプラーを設置し、空気中の有害物を捕集し機器分析をおこなうことで作業環境もしくは個人ばく露の濃度を求め、許容基準となる指標濃度と比較をし、ばく露リスクを評価する必要がある。一方でこの手法を実施する場合は、専門的知識、多くの測定器材、測定に要する時間や費用を要するなどのデメリットも存在する。特に、中小零細事業規模の事業主にとっては測定を実施しばく露リスクを評価することのハードルは極めて高いものと推察する。

測定以外の手法として、数理モデルを活用することでばく露濃度を推定し、この推定ばく露濃度を許容基準となる指標濃度と比較をすることでばく露リスク評価をおこなう手法が考えられる。数理モデルは作業環境や個人ばく露の測定におけるデメリットの多くを回避できるも手法である。一方で、数理モデルから得られた結果値の特徴について十分に理解し、活用することが前提となる。

本稿では CREATE-SIMPLE から求めた推定ばく露濃度値と、信頼性のある各種文献から抽出をした個人ばく露濃度 (当時) のデータを比較することで、数理モデルから求めた推定ばく露濃度値の有用性の検証を試みた。検証結果としては、「ばく露濃度 (当時) / 推定ばく露濃度 = 0.3」となり、安全側にばく露リスクが評価されていることが確認できた。一方で、数理モデルでの推定ばく露濃度値が個人ばく露濃度値の約 3.3 倍のマージンを示したことから、過剰のコストを投入したりリスク低減対策の実施につながる可能性も否定できない。

今回の検証結果をまとめると、数理モデル (CREATE-SIMPLE) は安全側 (厳しめ) にばく露リスクが評価される特徴を確認した。よって初期のばく露リスク評価に数理モデルを組み込み、リスクレベルのスクリーニングをおこなうことで、その有用性を最大限に活かせるものとする。数理モデルの初期ばく露リスク評価結果を踏まえて、精緻なばく露リスク評価の実施要否の判断へ繋げる、というプロセスが化学物質のばく露リスク評価の望ましい活用方法の一つとなり得るであろう。

参考文献

- 1) 実務家のための労働安全衛生のサイト「労働災害の発生状況の推移」,
<https://osh-management.com/consultant/information/industrial-accident/#gsc.tab=0>
(2023年8月13日参照)
- 2) 厚生労働省労働基準局安全衛生部「職場における化学物質等の管理のあり方に関する検討会報告書～化学物質への理解を高め自律的な管理を基本とする仕組みへ～ (令和3年7月19日)」, <https://www.mhlw.go.jp/content/11305000/000807804.pdf> (2023年9月18日参照)
- 3) 厚生労働省ホームページ「化学物質による労働災害防止のための新たな規制について～労働安全衛生規則等の一部を改正する省令 令和4年厚生労働省令第91号 (令和4年5月31日公布) 等の内容～」,

https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000099121_00005.html（2023年8月13日参照）

- 4) 日本規格協会「化学物質管理者専門的講習テキスト 総合版－リスクアセスメント対象物製造事業場・取扱い事業場向け－」, 2023年7月31日第1版, pp.115-117
- 5) 厚生労働省ホームページ「「印刷事業場で発生した胆管がんの業務上外に関する検討会」の報告書及び今後の対応について」,
<https://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000002x6at.html>（2023年8月13日参照）
- 6) 大前和幸「特集 これからの化学物質の方向性」,
KENKO KAIHATSU Vol.26 No.3 2022, pp.24-30
- 7) 旭川印刷製本工業共同組合ホームページ「胆管がん問題」,
<https://apbia.org/jikurorometan.html>（2023年8月13日参照）
- 8) 職場のあんぜんサイト「CREATE-SIMPLE」,
https://anzeninfo.mhlw.go.jp/user/anzen/kag/ankgc07_3.html（2023年8月13日参照）
- 9) 厚生労働省「「印刷事業場で発生した胆管がんの業務上外に関する検討会」報告書 化学物質ばく露と胆管がん発症との因果関係について～大阪の印刷事業場の症例からの検討～（平成25年3月）」,
<https://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000002x6at-att/2r9852000002x6zy.pdf>
（2023年9月18日参照）

Educational effectiveness of the marine education program using 3D clam model

アサリ3D 模型を活用した海洋教育プログラムの教育的効果

Hirohisa OGAWA*

小川博久

Nobuhiro OGAWA†

小川展弘

1. Introduction

Being surrounded by the sea, Japan receives a variety of benefits from the sea and lives in a close relationship with it. Oceans account for 97.5% of the water on Earth, support the global environment as the main source of the water cycle, and play a major role in sustaining human lives. Oceans are a source of diverse living organisms, energy, minerals, and other natural resources, and places for leisure activities. However, in recent years, global warming has been reported to have reduced oceanic resources and impacted marine ecosystems. The IPCC report states that climate change is causing sea temperatures and sea levels to rise and seawater to become more acidic⁽¹⁾. Furthermore, the 2023 IPCC Sixth Assessment⁽²⁾ predicts that these changes will have serious impacts on marine ecosystems and biodiversity, with the potential to reduce the distribution and productivity of fish and shellfish, causing further loss of habitats such as coral reefs and seaweed beds.

According to the Survey of Sea Fisheries Production Statistics by the Ministry of Agriculture, Forestry, and Fisheries⁽³⁾, Japan's clam catch ranged from 120,000 to 160,000 tons between 1964 and 1986. Since this peak period, the catch has been declining since 1988, and in recent years, there has been a drastic decrease from 2014 to 2020⁽⁴⁾. The catch has remained below 5,000 tons since 2020. In addition, tidal clam harvesting is continuously cancelled in many areas famous for clams. Clams are shellfish species used for food and aquaculture in Japan and play an important role in

* 武蔵野大学サステナビリティ研究所非常勤講師

† 東京大学大気海洋研究所

受理日:(2023年10月29日)

発行日:(2024年2月29日)

marine ecosystems. Global warming has seriously impacted marine organisms, including clams, resulting in decreased distribution, productivity, and habitat loss. Clams feed on phytoplankton that filter organic matter from water and purify seawater. They absorb carbon dioxide and store it as calcium carbonate in their shells, contributing to climate change mitigation⁽⁵⁾. Clams are shellfish species used for food and aquaculture and provide social value through economic activities such as fishing, fish processing, and food culture. The following educational benefits can be expected from marine education programs that use clams as teaching material:

Through the dissection of clams, we observed and understood how clams adapt to the marine environment and perform their life activities.

Learning about the biodiversity by comparing clams and other animal groups makes it possible to recognize the effects and risks of global warming on clams and consider how it may affect their lives and the industry.

Aiming for the above educational benefits, the marine education program in this study focuses on content related to SDG 14- Life Below Water. SDG 14 is one of 17 sustainable goals termed the “Sustainable Development Goal” and sets specific targets, such as preventing marine pollution and conserving coastal and marine areas by 2030⁽⁶⁾. Practices to promote Education for Sustainable Development (ESD) that contribute to these SDG's in Japan⁽⁷⁾⁽⁸⁾⁽⁹⁾, and it has been confirmed that concrete experiences can increase research interest in the oceans. We believe that experience-based learning is an important element of marine education⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾. We believe that learning regarding clams as living organisms through concrete experiences in science education will serve as a foundation for preserving biodiversity and understanding marine ecology.

Considering this background, the Atmosphere and Ocean Research Institute of the University of Tokyo and the Department of Environmental Systems, Faculty of Engineering, Musashino University, collaborated on the use of 3D models of clams in marine education programs, ESD educational practices, and curriculum development. In this study, we reported the educational effects of a marine education program using a 3D model of a clam in a junior high school science class on learning the functions of clams in the marine ecosystem and environment.

2. Materials and methods

2.1 Clam 3D model

Features of the clam 3D model (Fig. 1)

The 3D model was developed at the University of Tokyo's Atmosphere and Ocean Research Institute. The model was converted to teaching material as a production kit (Fig. 2).

Eighteen sheets of CT data from the clams were combined to form a three-dimensional structure.

The model was simple, lightweight, and durable and was combined with transparent films at regular intervals. The time required to create the 3D model was approximately 15 min.

The transparent film/film and washer were alternately inserted into the shaft and cap so that it was easy for everyone, from elementary school students to adults. The body was created such that the clam can be imagined in three dimensions. The shape of the three-dimensional exterior and the continuous internal structure of the clam could be observed by extracting any one piece of the clam.



Fig.1 3Dmodel of a clam



Fig.2 3D model making kit

2.2 Creation of an educational program using a 3D model of a clam

The Atmosphere and Ocean Research Institute of the University of Tokyo and the Department of Environmental Systems, Faculty of Engineering, Musashino University (Fig. 3) collaborated on the use of 3D models of fish and shellfish (clams) in marine education programs, ESD educational practices, and curriculum development⁽⁷⁾.

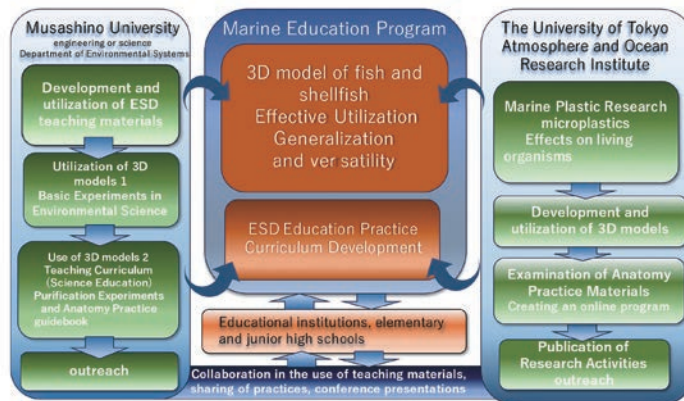


Fig.3 Musashino University-University of Tokyo Marine Education Collaboration

Students who enrolled in the science teaching course at Musashino University learned about the development of the clam 3D model and the environmental issues surrounding it in an online class at the Atmosphere and Ocean Research Institute (Fig. 4.1). In addition, students studied the educational materials and 3D model created for the first-year junior high school science class named “Dissection of Clams” and discussed how to effectively utilize the 3D model and the dissection practice. Furthermore, in anticipation of collaboration in junior high school science, the students discussed lesson plans utilizing the 3D model⁽¹²⁾ and teaching methods for the dissection practice of clams (Fig. 4.2).

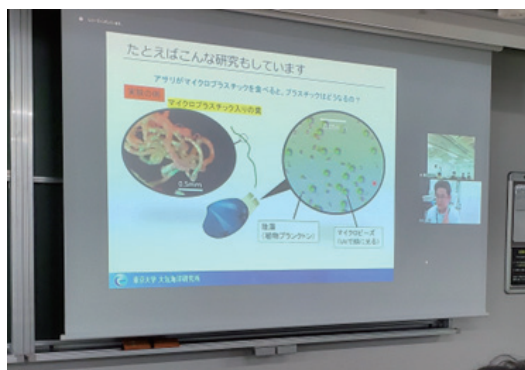


Fig.4.1 Online classes at the University of Tokyo



Fig.4.2 Students examining anatomical methods

2.3 Preparing anatomy practice materials

For the dissection practice, we used anatomical images and diagrams (Fig. 5.1-2) created by the Atmosphere and Ocean Research Institute, which, together with 3D models, are effective materials for understanding clam systems. Images were acquired to determine the function of the clam organs. The water ducts, heart, and gills were discussed as video materials (Fig. 6.1-2). As a result, the students could learn their functions and systems during the practice of dissecting clams. The students' realization that clams are living organisms comes from observing the movement of their hearts. In addition, the video material of the gills was observed using a microscope. The microscopic structure of the gills⁽¹³⁾ and the movement of the cilia are important for teaching students to visualize before dissection.

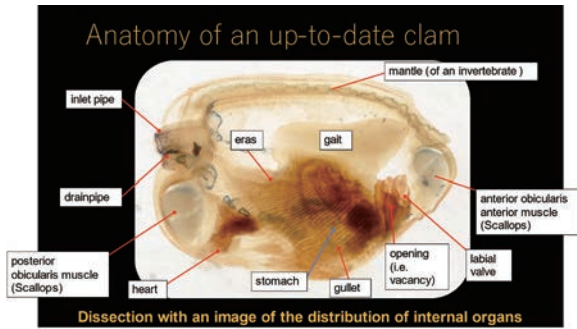


Fig.5.1 Plastination specimen
Anatomical diagram

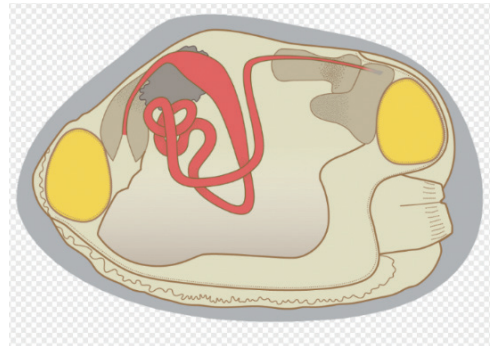


Fig.5.2 Anatomical diagram
created for practical use



Fig.6.1 Gill video documentation

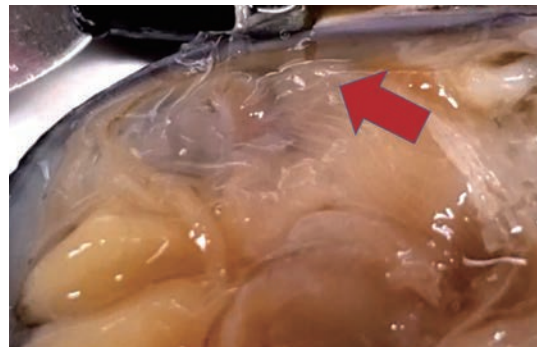


Fig.6.2 Heart of a clam
Document video (arrow)

2.4 Preparation of the Guide to Dissection

Dissection of clams was conducted in science classes. A teaching issue in clam dissection is that when live clams are used, it is difficult for junior high school students to identify the digestive tract. In a collaborative class conducted by the University of Tokyo, on-site science teachers commented that it was difficult to identify clam organs. Therefore, we used clams boiled in water as the teaching material. We then decided that a dissection guide was necessary. As a result, students could check the dissection procedure and actual objects during dissection practice. The "Guide to Dissection" (Fig. 7) was prepared by students enrolled in the science teaching course at Musashino University after studying the teaching methods for the dissection of clams.

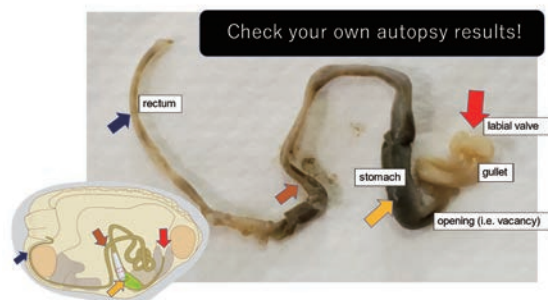


Fig.7 Guide to dissection (excerpt)

2.5 Survey Methodology

(1) Actual condition for junior high school cooperation

We obtained the cooperation of Maisaka Junior High School, located near Lake Hamanako. A famous clam-producing area planned a collaborative lesson on "Anatomy of a Clam," a first-year science class. Hamamatsu Maisaka Junior High School is located in a way that is blessed with nature and stands within walking distance of Lake Hamanako and the ocean.

(2) Preliminary preparation through collaboration with junior high schools

December 2022–May 2023 discussions with junior high schools and preparation of teaching materials for implementation of the marine education program

(3) Date of class June 28, 2023

(4) Schools cooperating in the survey

Maisaka Junior High School, Hamamatsu City, Shizuoka Prefecture

Students surveyed: 69 students in 1st year (three classes of 50 min each).

(5) Survey Contents

A Google Forms pre and post-questionnaire survey of students was conducted.

Pre-questionnaire survey date: June 22 and 23, 2023

Post-questionnaire survey date: July 4, 2023

Questionnaire Content

i Clams are important to humans. ii Clams are food.

iii Clams are living organisms. iv Important to protect these habitats.

Students were asked to respond to the above questions using a four-point scale: agree, agree a little, not agree much, or don't agree at all.

In the post-survey, free-text statements regarding the class were analyzed using text-mining techniques to examine changes in students' attitudes. Text mining was conducted using KHCoder3, free software for quantitative text analysis of text-type data⁽¹⁴⁾⁽¹⁵⁾. This software allows users to perform various searches and identify frequently occurring words using frequency tables. In addition, multivariate analysis can explore concepts in data by examining groups of words that occur frequently or groups of documents that contain the same words.

2.6 Program content of science collaboration classes

A lesson program was developed as a developmental study of invertebrate observation in a junior high school science class's first-grade "Animals" unit (Table 1).

The following evaluation criteria were used for class evaluation:

(1) Students were interested in the body characteristics and movements of invertebrates (clams). They were willing to observe and explore them scientifically.

(2) Observing the body structure and movements of the clams in detail and recording

the results appropriately in diagrams and sentences was performed.

- (3) From learning about the ecology of clams and the environment of Lake Hamanako, we were thinking about the connection between organisms and the environment in a developmental manner.

Table 1 Main study contents of cooperative classes

Main Learning Activities	Student Activities
<p>1. "Let's learn about clams."</p> <p>Tide-drying and changes in the catch of clams, Food and gastrointestinal tract structure of clams. Body structure and function, clam cleansing action.</p>	<p>○ Learn about the feeding habits and habitat of clams</p> <p>Consideration of habitat change based on changes in the catch of clams</p>
<p>2. "Let's make a 3D model of a clam."</p> <p>Let's take a three-dimensional view of the clam's body.</p>	<p>○ Confirming the three-dimensional body structure from a 3D model of a clam</p> <p>Practice in dissection of clams</p>
<p>3. "Anatomy of a Clam."</p> <p>Locate the digestive tract (mouth, stomach, rectum, etc.) of the clam.</p>	<p>○ Work on dissection with the help of a dissection guide.</p>
<p>4. "Clams and their habitat in Lake Hamanako"</p> <p>No more clams in Lake Hamanako. What is the cause of their quantity reducing to 1/50th of what it was 10 years ago?</p>	<p>○ Habitat of clams in Lake Hamanako</p> <p>Learn about the habitat conditions of clams and think about the environment of Lake Hamanako.</p>

3. Results

3.1 Students in Collaborative Classes

(1) "Let's learn about clams"

The students had a relatively large number of natural experiences, almost all involving ebb and tidal flows. They were highly interested in the nature of the region, including Lake Hamanako. Students' recognition that clams are living creatures was evident in their reactions to images of clams (Fig. 8.1).

(2) "Making a 3D model of a clam"

High interest and willingness to work on the clam 3D model were observed.

However, many students were unable to do



Fig.8.1 Function of the clam water pipe

so. Work time was set at 15 min; however, a few students needed assistance with their work (Fig. 8.2).

(3) “Dissection of the clams”

Boiled clams were distributed to each student for the dissection exercise. One live clam was assigned to each treatment group. The students worked with a dissection guide using tweezers to check each organ, particularly the digestive tract of the clam (Fig. 8.3).

(4) “Clams and their habitats in Lake Hamanako”

The students watched a news video ⁽¹⁶⁾ on clams in Lake Hamanako.

The students were informed that the catch of clams had decreased drastically to 1/50th of what it was ten years ago. This allowed them to think about changes in clam habitats.



Fig.8.2 A student making a 3Dmodel



Fig.8.3 Students working on dissection

3.2 Results of the Questionnaire Survey

Regarding the results of the questionnaire survey (Fig.9), for the “clams are important” question, the number of students who answered "Agree" after the fact increased from 69.5% in the pre-survey to 82.6% in the post-survey. For the question, "I think clams are food," the number of students who answered "Agree" decreased from 78.0% in the pre-survey to 62.3% in the post-survey. The total of "Agree" and "Agree a little" results was 93.3% in the pre-survey and 71.3% in the post-survey. The questions "I think clams are living creatures" and "It is important to protect the aquatic environment where clams live" received "Agree" with high response rate of almost 95% both before and after the survey.

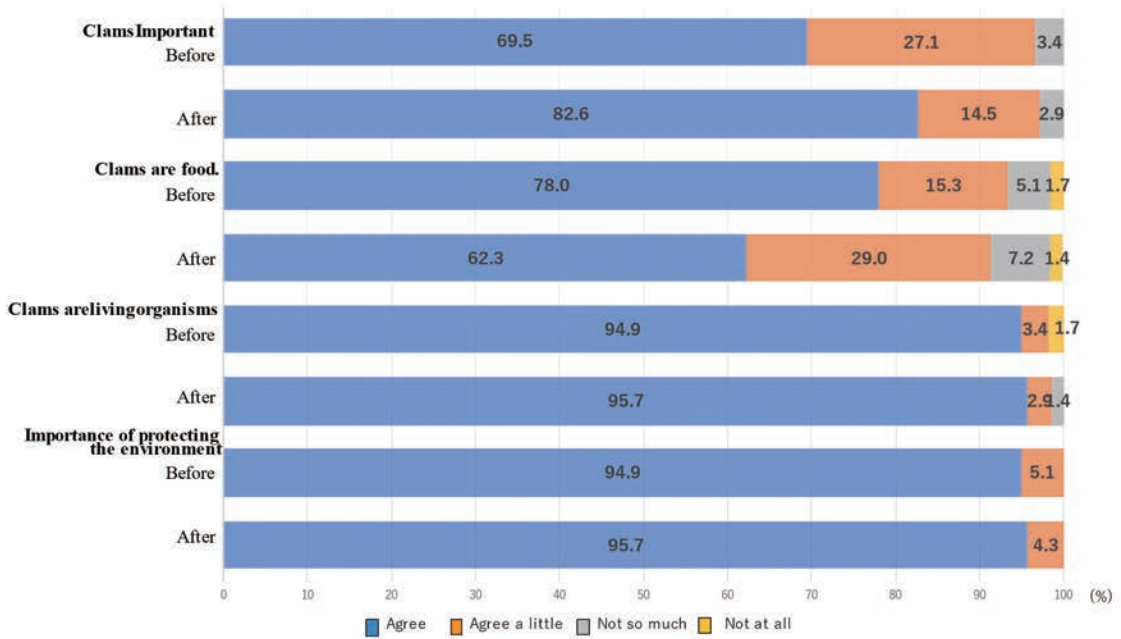


Fig.9 Results of the Questionnaire Survey

3.3 Text Mining Results

Students' free-response statements in the post-survey were analyzed using text mining methods. The top 30 words extracted from impressions were investigated (Table 2). Among the top 15 occurring words, "Clam" was the most frequently occurring word for "Clam," but "Know" and "Decrease" were the next most frequently occurring. "Contents," "Organisms," and "Body" are words related to observation and dissection. Furthermore, "Important," "Environment," "Eat," "Seeing," "Human," and "Protect" characteristically appear in the descriptions of impressions.

Words related to the structure of the body, such as "Heart," "Live," "Mechanism," and "Mouth" appeared in the bottom 15 occurrences. In addition, words related to the local environment, such as "Number," "Lake Hamanako," and "Understood" appeared. Words such as "Astonishment," "Dissection," and "3D model" emerged in connection with the fabrication and dissection of 3D models.

Table 2 List of Frequently Occurring Words in Free Descriptions in the Post-Survey

Extracted term		Frequency of term usage	Extracted term		Frequency of term usage
In English	In Japanese		In English	In Japanese	
Clam	アサリ	167	Heart	心臓	10
know	知る	33	Live	生きる	10
Decrease	減る	26	Various	色々	9
Contents	中身	20	Structure	仕組み	8
Organisms	器官	19	Fun	楽しい	7
Body	体	17	Mouth	口	7
Importance	大切	17	Number	数	7
Environment	環境	15	Lake Hamanako	浜名湖	7
Eat	食べる	13	Understood	分かる	7
Seeing	見る	12	Surprise	びっくり	6
Human	人間	12	Dissection	解剖	6
Make	作る	11	Catch	取れる	6
Protect	守る	11	3D model	3D 模型	5
Living thing	生き物	11	Feel	感じ	5
Sea	海	10	Pattern	模様	5

3.4 Co-occurrence network results

A co-occurrence network is a diagrammatic representation of the relationships between words that appear together in a document (Fig. 10). By visualizing the relationships between words, it is possible to understand frequently occurring expressions and explore concepts contained in the text. Darker lines connecting words indicate stronger associations.

From the co-occurrence network diagram, "Clam," "Know," "Decrease," "Lake Hamanako," "Body," and "Structure" co-occur. In addition, the three keywords "Environment," "Protect," and "Sea" co-occur, with "Environment," and "Protect," having a strong correlation. Three keywords, "Living thing," "Human," and "Importance" co-occur in relation to relationships with living creatures. Regarding the contents of the clam lesson, "Contents," "Seeing," "Surprise," and "Feeling" were co-occurring keywords. For dissection, "3D model," "Internal organs," "Dissection," "Make," and "Fun" co-occurred. When the characteristic words "Environment" and "Protect" were searched for descriptions of student impressions, the students described the following:

Because the "Environment" is changing, I want to improve it in the future because it is decreasing.

I thought about the "Environment" and wanted to help clams. I was reminded that clams are necessary to "Protect" the ocean. Clams are important to humans, and we should "Protect" the environment in which they live.

When we searched for descriptions of students' impressions based on the characteristic words "3D model" and "Fun," students described the following:

The "3D model" was "Fun" to make because it showed in detail the location of the clam's internal organs.

The "3D model" was made to show how the inside of a clam is made, although the location of the organs was not clear in the dissection.

The students made a "3D model" of the clam and were able to understand what was inside the clam's body. Moreover, it was "Fun" to make it. Additionally, it was surprising to use and examine the "3D model" of a clam.

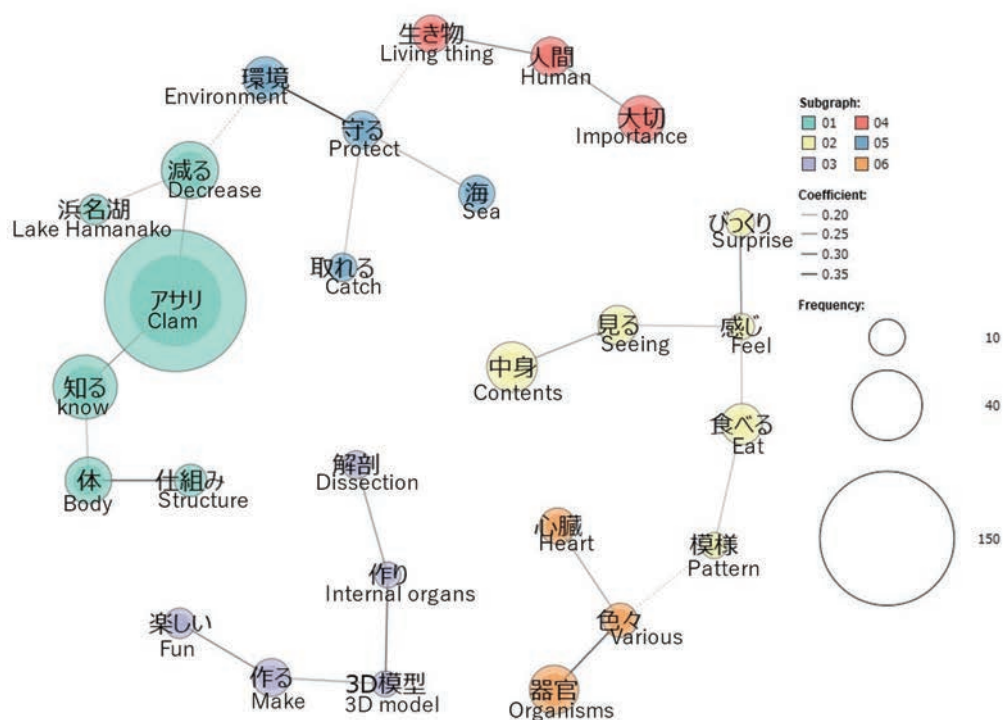


Fig.10 Co-occurrence network diagram (top 30 words) created from Student Comments

4. Discussion

Regarding the use of the clam 3D model, characteristic words such as "3D model," "Dissection," "Make," and "Fun" co-occurred. We believe that the clam 3D model is suitable for practical dissection. One student said, "It feels like dissection" when making the 3D model.

In the post-survey for the question, "Clams are important to humans," students who answered "Agree" had a higher occurrence rate of keywords related to the clam's body,

such as "Organisms," "Heart" and "Contents," suggesting that their awareness of clams as living creatures is enhanced by their knowledge of how their bodies work and function.

In the post-survey, students who responded "Don't agree much" to the question "I think clams are food" had a higher occurrence of keywords related to the clam's body, increasing their perception of the clam being a creature and decreasing their perception of it as food. Because clams are a familiar food, the students highly perceived clams as food before the study. However, after learning the body structure and mechanisms of clams, their perception of clams as living organisms increased.

In the results of the use of the clam 3D model, the text analysis showed that characteristic words such as "3D model," "Make," "Fun," and "Dissection" co-occurred and emerged. Students viewed the creation of the clam 3D model positively, suggesting that its educational effect on dissection practices was recognized.

Characteristic words such as "Environment" and "Protect" suggest that students have turned their attention to the local natural environment concerning clams and have become aware of the connection between humans and the natural environment. A few of the students' comments indicated that they were beginning to develop an awareness of environmental conservation.

5. Conclusion

The use of a 3D model of a clam was effective in generating interest in the clam's body structure and functions and in enabling students to visualize the positional relationship of the clam's organs and other parts in three dimensions before dissection practice, suggesting the effectiveness of the use of 3D models.

The number of students who think that clams are important to humans increased as they learned about the structure and mechanisms of clam bodies, strengthening their recognition of clams as living creatures and their functions.

The educational program resulted in a change in the perception of students towards clams and created awareness about the conservation of the natural environment in the region.

In the future, we believe that the educational effectiveness of dissecting clams may vary depending on the students' actual conditions. For future research, we would like to verify the improvement and educational effectiveness of clam teaching materials. We would then like to recruit junior high schools to cooperate with us on a large scale and verify the effectiveness of the educational materials and programs.

[Acknowledgments]

We thank Professor Masato Kiyomoto of the Institute for Marine and Coastal Research at Ochanomizu University and Professor Makoto Hanazono of the Graduate School of Teikyo University of Science, and Visiting Professor Taro Hatogai of Tokyo Metropolitan University for their valuable guidance and advice during this study. We want to thank Ms. Mayumi Nakamura, the Principal of Maisaka Junior High School in Hamamatsu City, Shizuoka Prefecture; Mr. Shintaro Fujita, a science teacher; and all other teachers and staff for their cooperation with the survey.

[References]

- (1) IPCC (2019) Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate
<https://www.ipcc.ch/srocc/>
- (2) IPCC (2023) AR6 Synthesis Report
<https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle/>
- (3) Forestry and Fisheries (2023) Survey of Sea Level Fishery Production Statistics, Ministry of Agriculture[in Japanese],
https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/kaimen_gyosei/index.html
- (4) Fisheries Agency (2022) Situation concerning clams[in Japanese],
<https://www.jfa.maff.go.jp/j/saibai/other/attach/pdf/asari-1.pdf>
- (5) Kanetsuna K et al. (2005) Study on the effect of global warming on the water purification ability of clams[in Japanese],Journal of Bayshore Engineering, Vol. 52, 1036-1040, Japan Society of Civil Engineers.
https://www.jstage.jst.go.jp/article/proce1989/52/0/52_0_1036/_pdf/-char/ja.
- (6) The United Nations Environment Programme (2023) GOAL 14: Life below water
<https://www.unep.org/explore-topics/sustainable-development-goals/why-do-sustainable-development-goals-matter/goal-14>
- (7) Ogawa H, Ogawa N (2023) Science Council of Japan Academic Forum “Development of ESD Curriculum for Achieving SDGs” Development of ESD teaching materials using 3D models of fish and shellfish[in Japanese],<https://www.scj.go.jp/ja/event/2023/340-s-0820.html>
- (8) Matsumoto K et al. (2017), Evaluation of Marine Education’s Effect in Elementary and Junior High Schools-Analysis of the Value Consciousness Using Text Mining
American Journal of Educational Research 5(1) 76-81
- (9) Sakurai R et al. (2018), Students’ perceptions of a marine education program at a junior high school in Japan with a specific focus on Satoumi Environmental Education Research 25(1)1-15

- (10) Hioki M (2018) Curriculum Development of Marine Education Positioned as School Education[in Japanese], Academic Trends 42-45
- (11) Ocean Policy Research Foundation (2009) Grand Design for Ocean Education in the 21st Century (Junior High School Edition) Curriculum and unit plans for marine education [in Japanese]
- (12) Nozaki, M, Katayama, G. (2017) Issues and significance of dissection experiments in secondary science education [in Japanese], The Japanese Society for Science Education Research Meeting Report 32 (5) 189-194
- (13) Yamamoto, K et al. (2017) Gill structure of clams[in Japanese], Journal of National Fisheries University 65 (2) 69-111
- (14) Higuchi, K (2004) Quantitative Analysis of Text-type Data: Distinction and Integration of Two Approaches[in Japanese], Theory and Methods, Vol.19, No.1, Mathematical Sociology 101-115
- (15) Higuchi, K (2020) Quantitative Text Analysis for Social Research[in Japanese], Nakanishiya Shuppan
- (16) YouTube SBSNews6 (2022) Will there no more clams in Lake Hamanako? The reason for the sharp decline to one-fiftieth of what it was ten years ago [in Japanese], <https://www.youtube.com/watch?v=2u8kBf2G5c4>

構造的少子化の進む天川村の現状と社会課題に関する一考察

On the current situation and social issues in Tenkawa village,
where the birthrate is declining structurally

清水玲子*
Reiko SHIMIZU

Abstract :

According to the 2020 census, Tenkawa Village in Yoshino County, Nara Prefecture, with a population of 1,176 and an aging rate of 51%, ranks 49th out of 1,965 municipalities nationwide. Since there is no high school in the village, children leave the village after finishing junior high school. As a result of this state of affairs for a long time, a variety of social problems have arisen, such as a declining population, an aging population and a shortage of human resources, and if this situation continues, the municipality will not be able to survive in the near future. Therefore, although it takes time, we believe it is important to ensure equal educational opportunities so that people can be educated even when they are in the village.

はじめに

本稿は、公開データを用いながら天川村におけるヒアリングも含む調査の結果について報告しつつ、天川村の存続に向け今後の執るべき方向性について考察するものである。

天川村は、奈良県吉野郡にある。奈良市内から見ると、桜で賑わう吉野の奥に位置する(図 1¹)。近鉄吉野線の下市口駅が最寄り駅で、駅前から奈良交通のバスに乗車すると1時間ほどで村に入ることができる。令和2年国勢調査によると、人口1,176人、高齢化率51%で、全国1,964市町村のうち49位である²。平成の大合併の際には、隣の黒滝村との合併話が浮上したものの、合意には至らなかった。南北約13km、東西約20km、面積は175.66km²、その約4分の1にあたる52.74km²が吉野熊野国立公園に含まれる。紀伊半島のほぼ中央に位置し、近畿最高峰の八経ヶ岳(標高1,915m)を擁するなど村内の98%が山林であり、残りの2%の天ノ川沿いに住宅があるが標高400m以上に位置する。

* 武蔵野大学サステナビリティ研究所客員研究員

受理日:(2023年11月 1日)
発行日:(2024年 2月 29日)

天川村は、洞川エリア、中央エリア、西部エリアの3つの地区に分けることができる(図2³)。エリア間に距離があるため、徒歩での行き来は不可能であり、基本的な交通手段は自家用車になる。通学のためのスクールバスは2系統で運行されているものの、住民の足となるコミュニティバスはない。また、洞川と西部の地区間を結ぶ奈良交通の便はない等、村内が分断された状態にある。

洞川エリアは、大峰に入る修験者のための宿泊施設が数多くあるが、20年程前より高齢化が進み次第に大峰入りが減少する中で、一般の観光客をターゲットにした温泉街へと転換を図ってきた。中央エリアは学校や市役所などが集中する川合と、天河大辨財天社がある坪内の二つに大きく分けられるが、この二つの地域間も車がないと移動するのは難しい。県道53号高野天川線道を通れば徒歩40分ほどであるが、歩道はかなり狭く、歩きやすいとは言い難い。西部エリアは平地がほとんどなく、斜面に家屋が点在する。村内でも高齢化が最も進んでいるため、買い物もままならず、隣の五条市から移動販売車が来て家々を回っている。村内には小さな商店は点在するが、スーパーなどの大型店舗や商店街はなく、高齢かどうかに関わらず村内で買い物を完結させることは不可能である。生活に必要なものを整えるためには、車で下市町や五条市まで出なければならない。なお、過去の統計を見ると現在より商店数も多かったのが、業態を転換したか、閉店したものと考えられる。

村に入る奈良交通のバスは、大淀バスセンターから洞川行き(オンシーズン1日7本、オフシーズン1日3本)、下市口駅から中庵行き(年間1日3本)の2路線があるが、日常の通勤や通学のためと言うよりむしろ観光客用である。村では、2017年度から2019年度の観光シーズン中に「観光地区間のアクセス向上を目的とした、洞川温泉と天の川温泉までの両地区間を結ぶ周遊バスを試験的に運行」⁴しているが、あくまで観光客の利便性向上を図るためであり、COVID-19の感染拡大による観光客の減少により本格運用には至らなかったと考えられる。なお、2022年7月16日(土)から8月20日(土)の土日祝日に洞川温泉から天の川温泉行き2本、天の川温泉から洞川温泉行き1本が運行されたが、2023年は運行されなかったよう



図1 天川村の位置



図2 天川村内マップ

である。天の川温泉は中央エリアの坪内にある村営の日帰り温泉施設である。このような情報も天川村に入り印刷されたバスの時刻表を手に入れて初めて知ることができる等、観光客向けでありながら、その情報を観光客に効率的に届けることができているとは言い難い。

1. 人口減少及び少子高齢化の実態

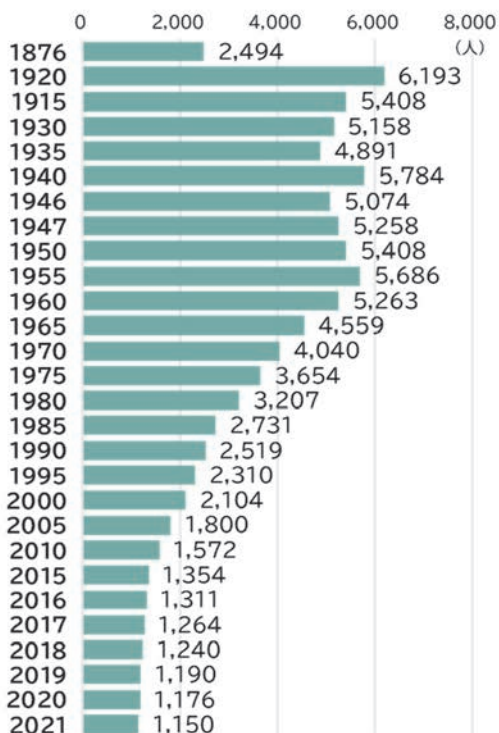


図3 天川村の総人口の推移（1876-2021）

天川村の現状は、人口に顕著に表れている。図3は、国勢調査等のデータを基に作成した天川村の人口の推移を示したものである⁵。維新後の1876年（明治9）は2,494人、第1次世界大戦直後の1920年（大正9）は6,193人で最も多く、戦時中の1940年（昭和15）は5,784人で、それ以降多少の増減はあるものの減少傾向は続き、2021年（令和3）は1,150人と最少を更新している。1872年（明治5）の日本の総人口は約3,480万人⁶であるが、2020年（令和2）は約1億2,615万人で、日本全体では3倍以上も増加しているのに対し、天川村は半分になってしまった。また、5年前の国勢調査の2015年（平成27）より日本全体では約0.7%人口が減少しているが、天川村では13.1%と19倍近く先行している。昭和10～30年代は5千人台で推移していたが、戦後復興へと日本全体が活況を帯びる昭和30年代後半には既に減少に転じている。2002年（平成14）には総人口が2千人を下回ったが、減少傾向が止ま

る様子はみられず、ついに、COVID-19感染拡大前の2019年（令和元年）には1,200人を切った。2017年度時点での将来人口推計では、2025年に944人、2035年には657人と予測されている⁷。現状でさえ既に厳しいにもかかわらず、千人に満たない自治体の存続は決して容易ではない。明治初頭は現在の三分の一の人口であったものの、日本が活気を帯びていたことは史実からも明らかである。人口が少ないことが問題ではなく、その構成が重要になる。だからこそ、その場しのぎの移住や移民に頼った帳尻合わせの対処施策等では、根本的な解決につながると思われない。

65歳以上の人口が7%を超えると高齢化社会とみなされるが、日本は1970年（昭和45）に既に到達している。天川村の人口における年齢の構成をみるために、「15歳未満」、「15～64歳」、「65歳以上」の村の総人口における割合を示したものが図4である⁸。人口がピーク時の6割程度である1980年（昭和55）以降のデータになるが、高齢化の道程がしっかりと記録されている。1980年（昭和55）は、「15～64歳」が67%で最も高く、ついで、「15歳未満」18%、「65歳以上」15%で、既に高齢社会に突入している。この時点では、7人家族に

一人の高齢者が居る割合であるため、日常的にはさほど高齢化を感じないであろう。2020年（令和2）には「65歳以上」51%で最も高く、「15～64歳」は41%、「15歳未満」は8%で、家族2人のうちの一人が高齢者ということになった。2020年国勢調査における「65歳以上」のデータをもとに高齢化率を算出したところ、先に示した通り全国

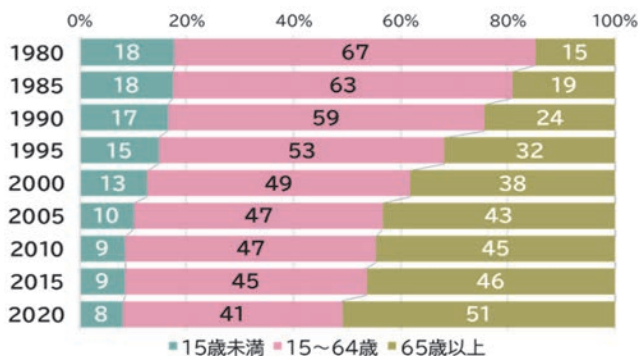


図4 年齢層別人口の割合の推移（1980-2020）

1,964自治体のうち天川村は49位である⁹。奈良県内で天川村より高齢化率の高い自治体は7つあり、表1に一覧する。ちなみに、全国1位は群馬県南牧村で、総人口1,979人、高齢化率65%である。

表1 高齢化率に関する奈良県内の自治体ランキング（天川村より上位抽出）

高齢化率順位	自治体名	人口（人）			人口増減率（%）	人口構成比（%）		
		総人口	男性	女性		15歳未満	15～64歳	65歳以上
5位	御杖村	1,479	694	785	-15.9	3.4	36.1	60.5
7位	東吉野村	1,502	703	799	-13.9	5.2	36.5	58.3
12位	川上村	1,156	554	602	-12.0	6.0	38.4	55.6
16位	黒滝村	623	296	327	-5.6	6.9	37.9	55.2
35位	吉野町	6,229	2840	3389	-15.8	6.0	42.1	52.0
36位	上北山村	444	227	217	-13.3	3.4	44.8	51.8
41位	曾爾村	1,295	595	700	-16.4	6.6	41.9	51.6
49位	天川村	1,176	567	609	-13.1	8.2	41.0	50.9

奈良県で最も高齢化が進んでいる宇陀郡御杖村は全国5位、高齢化率61%で天川村より10ポイント程度高い。吉野町は桜で全国にその名が知られ総人口は天川村より多いものの、人口減少率及び高齢化率共にわずかではあるが天川村より高い。表の黄色い行の自治体は、天川村と同じ奈良県吉野郡の町村を示している。平成の大合併の際には、隣の黒滝村との合併話が不調に終わったが、吉野郡の11町村のうち6つが上位を占めており、今後は吉野郡が一つの広域な行政区画になることも現実味を帯びつつある。奈良県の人口の約8割は、北部の奈良市などの市部に居住しており、郡部の若い世代は市部へと移住し、郡部の高齢化率が上がるという構図ができあがっている。もちろん、県内だけでなく、近隣の大阪市や京都市も移住先である。日本全体の少子化の進行に加え、都市部への人口流入により地方の少子化は更に加速している。

もう少し、年齢の構成を丁寧に見ていくことにする。図5¹⁰は、令和2年国勢調査のデータによる天川村の人口ピラミッドグラフである。総人口は1,176人で、ピラミッドどころか倒れそうな逆三角形になっている。最も多いのは「65～69歳」149人（男性：73人・女性：

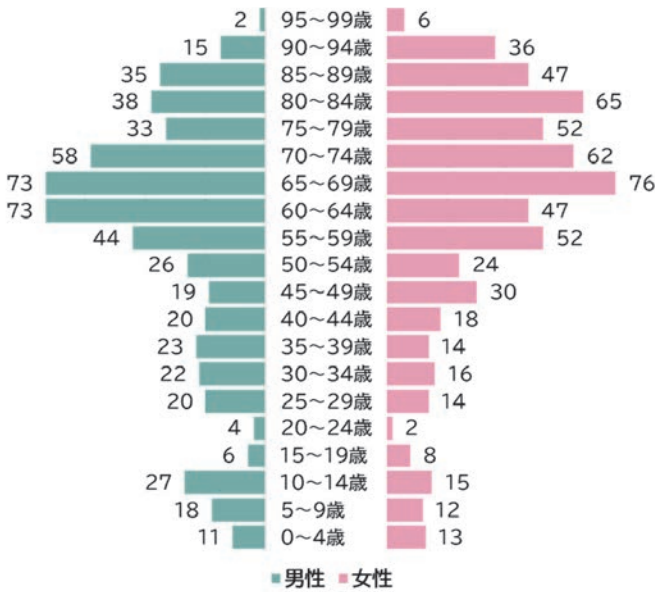


図5 天川村の人口の年齢構成（2020年）

76人)、次いで、「60～64歳」120人（男性：73人・女性：47人）と「70～74歳」120人（男性：58人・女性：62人）である。他の年齢に比べ60～74歳が圧倒的に多く、村の総人口の三分の一を占めており、また、現在の働き手の中心を担っていると言える。そして、今後、このボリュームゾーンの年齢が上がって行き、さらに高齢化は加速するものと見込まれる。

一方、最も少ないのは「20～24歳」6人（男性：4人・女性：2人）、次に「15～19歳」14人（男性：6人・女性：8人）が続いている。グラフの形としても歪な年齢分布が生じた

原因は明らかである。天川村には高等教育機関がなく、自宅からの通学も不可能である。そのため、進学と共に子どもたちは自動的に村を出ざるを得ない。大学でさえ全入と言われている昨今、学歴中卒で村に留まることを望むべくもなく、一旦村を出た子どもたちは、その後大学へ進学、或いは、就職するなどして、多くが戻ってこないという状況が長らく続いた結果、このような危うい年齢構成になったものと言えよう。なお、奈良県の発表によると、2023年（令和5）9月1日の推計人口は1,076人、前月より3人減少、世帯数は2世帯減少し551世帯である¹¹。ちなみに、未婚率については、奈良県内では天川村が最も低い。その理由を的確に分析することは難しいものの、子どもの居る家庭では兄弟も多く、若い世代の居住者が増加すれば子供も増える可能性が高いことを示唆している。

2. 産業構造の変化

山林が主である天川村では、室町時代（1338～1573年）より林業が行われ、主に木材を樽用の板に仕立て供給してきた。図4において人口がピークを迎える1920年（大正9）頃は、製材所がいくつも建設されるなど活況を帯びていた。戦後の住宅需要の高まりに応じて、国の指導により自然林を伐採し檜や杉の植樹を促進したため、民家に近い山林の多くは針葉樹の人工林である。

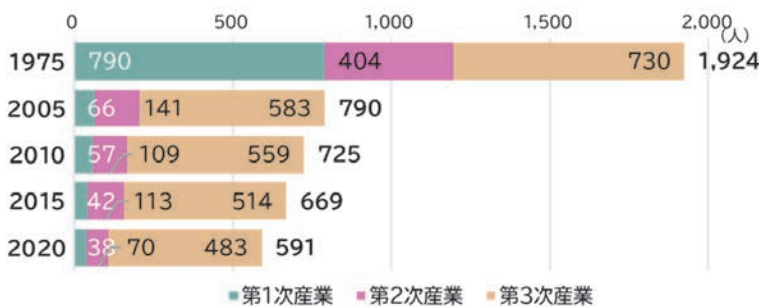


図6 天川村の産業別就業者数の推移



図7 放置林の例

天川村の産業別の就業者数の推移を示したものが、図6¹²である。村の第1次産業は林業と農業であるが、ほぼ林業就業者が占めている。第2次産業は建設業と製造業、第3次産業は宿泊業・飲食サービス業と卸売業・小売業である。図6をみると、全体に就業者数の減少は著しく、その要因が第1次産業にあることが見てとれる。そのうち林業の数値のみとり出してみると、1975年には784人（全体の41%）であったが、2020年には29人（5%）まで減少している。

『天川村史』に「1970年で中学卒業者157人のうち、村内就業者は僅か8人で、しかも森林業へは2人だけである。高校の場合も卒業者98人のうち、村内就業者14人、農林業へは2人にすぎない。他はすべて村外就業者か、または進学者である」¹³と記載があり、高齢化社会の兆候は早い段階で認識されていた。おそらく有効な手を打ちようがなかったのであろう。これは、何も天川村に限ったことではなく、日本はバブル（1986-1991）に向かって酔いしれている時期であり、その後に深い落とし穴が待っているとは誰も思ってもみなかった。景気が良くなればなるほど、地方の若い世代は都市部へと吸収されてしまう。その他様々な要因が重なり林業は下火となり、放置林が増加することになった。図7は手入れをされないまま痩せた樹木が数多く成育する山林で、日差しが根元まで通らずうす暗く、中には雪害により先が二股に割れたまま伸びている樹もある。材木として活用される見込みはないことから、今後も労力や資財が投入されることはなく放置され続けると思われる。また、針葉樹の人工林は多様な動植物を育む里山としての機能を有していないため、人間の生活圏と動物の生息域との境界域がないことで、獣害を招きやすい生態系が作り出されている。一見すると自然が豊かなように見えるが、住民によると環境破壊が進行していると言う。このような問題を少しでも解消するために、林業に従事する地域おこし協力隊の募集や薪ストーブ用の間伐材の利用を促進している。

3. 観光業への傾倒

村では、毎年、年間約60万人を超える観光客が訪れるとしている。これは、交流人口と考えられ、村外からの通勤者や工事関係者を除くと観光客数はどのくらいになるかのデータは公表されていない。しかも、その大半は初夏から秋（天川村オンシーズン・5～11月）に集中し、かつ、日帰り観光客が主流である。『奈良県宿泊統計調査』から、2012年（平成24）より最新の2021年（令和3）までの経年の宿泊者数を抽出したものが図8である¹⁴。天川村単独のデータはなく、2016年で110万人の交流人口を有する吉野町も含まれている¹⁵。日本各地でインバウンドによる観光公害も問題視されたほどの時期に、吉野郡では宿泊者数は増加していないことが分かる。しかも、お金を落とし雇用の確保につながる旅館での宿泊が減少している。つまり、観光には行くが金銭を現地では使わない傾向が見られる。キャンプ場

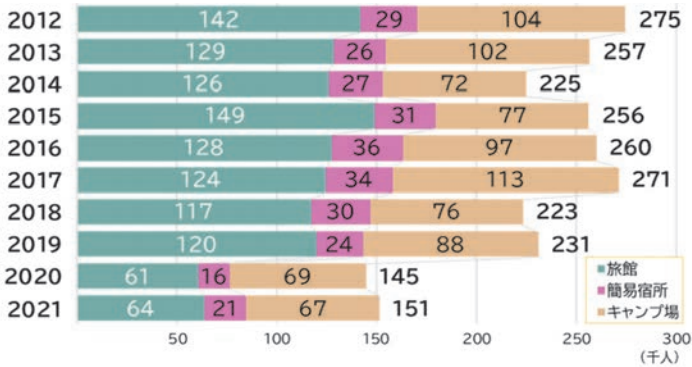


図8 奈良県D地区（吉野町・大淀町・下市町・黒滝村・天川村）の宿泊者の推移

の多くは村外資本であり、キャンプに訪れる観光客は食材などを村外から持ち込んでいる。飲料の自販機もほとんどなく、コンビニもない天川村ではあまりお金を使う場所がない。しかも、村役場は土日祭日に駐車場を無料で開放しており、朝から満車である。元来は弥山の登山口が役場の近くにあることから、登山者用に開放していたと考えら

れるが、COVID-19感染拡大時に野外でのレジャーが注目されるようになり、川遊びやキャンプのための観光客が使うようになったものと思われる。一時期は、天ノ川でのバーベキューが横行し、汚れた器を川で洗ったり、ごみを放置したりする等の観光公害が目に見えようになり、すぐさま村は禁止した。それでも、違反する観光客は後を絶たず、天ノ川沿いには景観を犠牲にして黄色に赤い文字の警告看板を数多く設置し、さらに土日祭日には広報車を巡回させ、観光客にバーベキュー禁止の周知を図っている。村内にお金を落とすどころか、本来は必要のない経費の負担まで招いている。千人強程度の人口の村に60万人のインフラ・フリーライダーが押し寄せ、村のインフラを使用するが村には金は落とさないという構図ができあがっている。総務省の提唱する関係人口を増やすための投資と位置付けるという考えもあろうが、一方的に搾取する関係に、良い未来があるとは思えない。実際、先に示した図6によると、宿泊業を含む第3次産業の就業者数も減っている。桜の時期で稼ぐ吉野町の偏りほどは著しくはないものの、やはり、1年を通した観光地とは言えないため、林業の代わりの基幹産業に観光業を据えることはあまりにもリスクが大きいと言える。

村が策定した「地域再生計画：洞川地区まちづくり計画」（事業実施期間：2022年4月1日～2027年3月31日）¹⁶から、「KPI（数値目標）」を抜き出したものが、表2である。表の黄色い行は、KPIを基に稿者が試算したものである。

表2 天川村「地域再生計画：洞川地区まちづくり計画」設定のKPI

		事業開始前 (現時点)	2022年度 増加分	2023年度 増加分	2024年度 増加分	2025年度 増加分	2026年度 増加分	増加分累計
KPI	観光宿泊者数(人)	40,000	1,000	2,000	4,500	6,000	7,000	20,500
	洞川地区内1人あたりの観光消費額(円)	1,900	1,000	1,000	12,000	3,500	4,000	21,500
	地域内高齢者雇用数(人)	0	3	1	1	1	1	7
	山岳遭難における道迷いの減少(人)	10	0	-2	-2	-1	-1	-6
見込み増加分消費額		-	1百万円	2百万円	54百万円	21百万円	28百万円	106百万円
増加分を現時点消費額に加算した見込み総消費額		(76百万円)	77百万円	79百万円	133百万円	154百万円	182百万円	-

事業内容は「観光案内所観光駐車場といった観光の要となる施設が点在しているため、今回の事業では点在する観光施設を集約し、不足している機能を付加し拠点施設として整備」することで、「修験道体験や世界遺産の山を眺望する登山の拠点施設として活用する。本物の体験が行える拠点施設」となるらしい¹⁷。総事業費は6億8,823万円で、その結果、表2によると観光客が2万人強増加し、消費額が1億600万円ほど増えると推計されている。先述の3エリアの中で最も交通の便が悪く、村内で最も高齢化が進む、西部エリアでは2022年及び2023年は最も多く人口が減少しているが、次に減少しているのはこの洞川エリアである¹⁸。洞川エリアは林業が盛んな地域であったため、現在も対角線上に整えられた林を観ることができる(図9)。見通しが良く、根元まで日差しが届き明るく、先に示した図7とは対照的である。当該地区は村の中で吉野町に近い環境にあり、比較的良い木材を産出することができる。



図9 洞川エリアの林

観光業への傾倒は、天川村に限ったことではなく、国を挙げての施策であるから観光と言えば補助金を得ることが容易になる。しかしながら、「地域再生計画：洞川地区まちづくり計画」にもあるように、おそらく非正規と推察されるが、高齢者の雇用につなげることができても、薄利多売方式の不安定な観光業では、住民や従業員など関係者の疲弊を伴うだけであり、若年層の安定した雇用を創出することはできない。ただし、国内外の高所得者向けの観光地としての潜在能力は十分にあると思われるが、残念ながら推進する人材が不足している。

4. 天川村における教育の実情

2020年（令和2）4月、天川小学校と天川中学校を統合し、義務教育学校「天川村立天川小中学校」を開校した。これは、奈良県では初めてのことである。天川村の学校の開校と閉校、或いは、統廃合の変遷に関して図示したものが図10である¹⁹。1874年（明治7）に国民学校として5校（塩野・庵住・和田・中谷・洞川）が相次いで開校された。戦後の新制度六・三制により国民学校は小学校になり、その後、中学校が開校し、一時期は村内各地域に計9校あったが、今は1校になってしまった。高等学校がないだけでなく、義務教育においても縮小傾向が見られる。しかしながら、天川村が教育を蔑ろにしているというわけではなく、むしろ教育に熱心だと言える。例えば、現在は廃校である天川中学校の美術室(図11)には、美術館で使用する展示用可動式パーテーションや陶芸窯などが備えられており、美術教育というと絵画制作が主になりがちであるところを、日本に欠けている鑑賞教育や工芸制作も行うなど多岐に亘る学習が実施されていたことが確認できる。さらに、天川小中学校ではふるさと学習に力をいれている。前年度の3月にふるさと天川村に関する1年の学習テーマを生徒が中心となり考えるもので、「将来、どこで暮らすことになっても支えとなる天川への「誇りと強い思い」を育成」²⁰することを目的としたものである。これは、卒業後に村を出ていく子どもたちに天川

について深く理解し、郷土に対する誇りを培うための学びと言える。なお、3月に次年度の学習テーマを決めてしまうことから、新年度の担任教師は決定に関わることはできないため、生徒たちの自主性が尊重されている。都市部ではクラスの学生数を少なくすることで教育の充実化を計ろうとする動きがあるが、小さな自治体だからこそ、子どもたち一人一人に目が届く、このようなところでこそ、高等教育が行われれば学びは一層多様化するに違いない。また、高等教育機関だけでなく、社会教育の根幹ともいえる図書館がないのである。図書館を借りたい場合は、奈良市にある奈良県立図書情報館から週一で取り寄せることになる。図書館がないのだから、社会教育機関の中で最も費用のかかる博物館はない。洞川にはエコミュージアムセンターという施設があるが、先に示した「地域再生計画：洞川地区まちづくり計画」の実施計画にほぼ一致した陳列内容であり、観光案内という側面が強いと言える。名称はミュージアムではあるものの博物館の機能は有していない。また、公民館はあるが社会教育主事は常勤していないと推察される²¹。つまり、住民のための教育は中学校までで終わっていることになる。しかも、15歳で親元を離れると、親から学ぶ家庭教育も抜け落ちることになる。

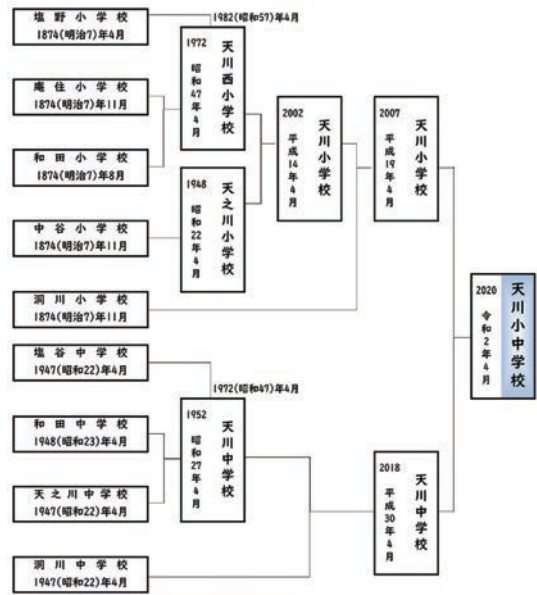


図 10 天川村の学校設立の変遷



図 11 天川中学校（現在廃校）の美術室

むすび

これまでの調査で得られた事柄を述べてきたが、現状をもう少し分かりやすくするために社会課題として抽出した。天川村の社会課題は、「獣害の増加」や「里山の機能不全」などの『自然環境の破壊』、「高等教育機関の欠如」や「社会教育の欠落」などの『教育の機会不均等』、「子どもの村外流出」や「高齢化の加速」などの『構造的少子化の加速』、「商店の減少」や「交通インフラへの対策不足」などの『住民サービスの低下』、「林業家の減少」や「村外在住勤労者の増加」などの『人材不足』、「キャンプ場の増加」や「洞川温泉への傾倒」などの『観光依存型経済構造』等に大きく分類することができる。さらに、これらを分析していくと、各課題には相関関係があって、同じ根から派生していることが見えてきた。それを示したものが図 12 である。

略方針」に、「教育の機会均等を図る観点」から計画された案は「奨学金制度の充実と「授業料後払い制度（いわゆる日本版 HECS）」の創設」²⁵で、金銭で教育の不均等が改善できると未だに考えている。高齢化については1970年（昭和45）に既に課題として顕在化していたというだけで半世紀ほどを経っており、補助金などの小手先の方法で解決するはずはない。昨今、社会課題を解決するには住民の行動変容を促す発言を良く耳にするが、その前に、政府の行動変容こそが必要であろう。天川村の社会課題は地域性のみ起因するものではなく、国策が招いた結果と言える。教育は一見すると経済にも国力にも結びつかないと思う向きもあるが、維新後の日本が植民地にならず欧米諸国に渡り合えたのは教育と言う基盤があったからに他ならない。地方創生を本気で考えるのであれば、遠回りのように見えるが、まず、教育の機会均等を実現すべきである。

（付記）

本研究は、科学研究費助成事業の助成によるものである。

【註】

- 1 農林水産省、市町村の姿（奈良県）、<https://www.machimura.maff.go.jp/machi/map/29/index.html>（2023年10月29日閲覧）
- 2 e-Stat、令和2年国勢調査（総務省統計局）都道府県・市区町村別の主な結果、<https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00200521&tstat=0000101011777&cycle=0&tclass1=000001011778&tclass2val=0>（2023年10月21日閲覧）※福島県双葉町はデータがないため除外。
- 3 天川村、村内マップ、<https://www.vill.tenkawa.nara.jp/tourism/village-map/>（2023年7月17日閲覧）
- 4 天川村、天川村過疎地域持続的発展計画（案）、<https://www.vill.tenkawa.nara.jp/office/wp-content/uploads/2021/08/351ebbe1718a467f6e3acdda3a98afc9.pdf>（2023年7月23日閲覧）
- 5 e-Stat、国勢調査（時系列データ：奈良県）、<https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00200521&tstat=000001011777&cycle=0&tclass1=000001011778&tclass2val=0>、奈良県、推計人口調査、<https://www.pref.nara.jp/6265.htm>（2023年10月21日閲覧）、「天川村史編集委員会編『天川村史』、昭和56年11月3日、p.173」※明治9年は『天川村史』、1920年から2020年までの5年ごとは国勢調査、それ以外は奈良県の推計人口調査のデータを基に作成。
- 6 内閣府、第1章 少子化の現状はどのようになっているのか、https://www8.cao.go.jp/shoushi/shoushika/whitepaper/measures/w-2004/pdf_h/pdf/g1010100.pdf（2023年10月21日閲覧）
- 7 e-Stat、都道府県・市区町村のすがた（社会・人口統計体系）、<https://www.e-stat.go.jp/regional-statistics/ssdsview>（2023年7月17日閲覧）

- 8 e-Stat、国勢調査（時系列データ：奈良県）、<https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00200521&tstat=000001011777&cycle=0&tclass1=000001011778&tclass2val=0>（2023年10月21日閲覧）
- 9 前掲サイト（註2）
- 10 e-Stat、国勢調査 令和2年国勢調査 人口等基本集計 男女，年齢（5歳階級），国籍総数か日本人別人口－全国，都道府県，市区町村（2000年（平成12年）市区町村含む），<https://www.e-stat.go.jp/dbview?sid=0003445162>（2023年10月21日閲覧）
- 11 奈良県、推計人口調査、<https://www.pref.nara.jp/6265.htm>（2023年10月20日閲覧）
- 12 天川村、天川村人口ビジョン、https://www.vill.tenkawa.nara.jp/office/wp-content/uploads/2016/03/population_vision_201512.pdf（2023年7月28日閲覧）のデータを元に作成
- 13 天川村史編集委員会編『天川村史』昭和56年11月3日、p.601
- 14 奈良県、宿泊統計、<https://www.pref.nara.jp/dd.aspx?itemid=54490#itemid54490>（2023年10月20日閲覧）
- 15 吉野町、吉野町観光振興計画（案）、平成30年3月、<https://www.town.yoshino.nara.jp/chosei/4298c96ba573d1262aaa2db2a0edb23944931c39.pdf>（2023年10月22日閲覧）
- 16 内閣官房・内閣府 総合、地域再生計画：洞川地区まちづくり計画、<https://www.chisou.go.jp/tiiki/tiikisaisei/dai67nintei/plan/y0913.pdf>（2023年10月22日閲覧）
- 17 前掲サイト（註16）
- 18 天川村公式サイトトップページに掲載される人口を3年連続で記録したもの（<https://www.vill.tenkawa.nara.jp/office/>（2023年7月23日閲覧））
- 19 天川村、天川村立天川小中学校、<https://www.vill.tenkawa.nara.jp/office/life/admission/education-tenkawa>（2023年10月29日閲覧）
- 20 天川小中学校、令和5(2023)年度～学校ガイドブック、2023年9月1日、https://drive.google.com/file/d/1vN1ngHj_sx7uR8Amh6k-10pkwJcjzNaJ/view（2023年10月28日閲覧）
- 21 天川村、社会教育事業に関して、<https://www.vill.tenkawa.nara.jp/office/life/admission/lifelong>（2023年10月29日閲覧）
- 22 椎名仙卓『日本博物館発達史』雄山閣出版、昭和63年7月20日、p.265
- 23 日本図書館協会、公共図書館経年変化、https://www.jla.or.jp/Portals/0/data/iinkai/chosa/2022pub_keinen.pdf（2023年10月29日閲覧）
- 24 日本図書館協会、大学図書館、https://www.jla.or.jp/Portals/0/data/iinkai/chosa/2022uni_shukei.pdf（2023年10月29日閲覧）
- 25 内閣府、こども未来戦略方針、令和5年6月13日、https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/kodomo_mirai/pdf/kakugikettei_20230613.pdf（2023年10月29日閲覧）

気候変動枠組条約に関わる国際交渉 30 年の流れ - 京都議定書、バリロードマップ、カンクン合意、パリ協定 -

Overview of 30 Year Negotiating History of the UNFCCC - Kyoto Protocol, Bali Road Map, Cancun Agreement, Paris Agreement

横山 隆 壽*
Takahisa YOKOYAMA

1. はじめに

気候変動に関する国際連合枠組条約 (UNFCCC) は、1994 年 3 月 21 日に発効し、2023 年 9 月現在 198 カ国・機関が批准している。

UNFCCC 第 1 回締約国会議 (COP1) は 1995 年ボンで開催され、京都議定書 (COP3、1997 年)、カンクン合意 (COP16、2010 年) など主要な成果を経てパリ協定 (COP21、2015 年) が採択された。現在も条約目的を達成するための努力は継続され、COP26(グラスゴー、2022 年) には産業革命以来の世界平均気温上昇を 2℃ よりさらに低い 1.5℃ に抑えることに強い決意 (グラスゴー気候合意) が示された。

以下では、COP1 ～ COP27 までの UNFCCC に関わる国際交渉の経緯を決議 (Decision) 資料をもとに概観する。

条約交渉に関する締約国会議 (京都議定書締約国会合 (CMP) 及びパリ協定締約国会合 (CMA) を含め) にはその補助機関である SBSTA (Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice) 及び SBI (Subsidiary Body for Implementation) 等の活動も含まれるが、COP のみに着目する。

なお、COP、CMP 及び CMA に関わる決議は、それぞれのドキュメントシンボルに従った表記 (/CP. -、/CMP. -、/CMA. -) に基づき、そのまま文章中に記載した。UN Climate Change の WEB サイト⁽¹⁾ において、このドキュメントシンボルで資料は入手可能である。

2. 気候変動枠組条約 (UNFCCC) 交渉の経緯

2.1 UNFCCC 成立から京都議定書発効まで (1994 年～ 2005 年)

1994 年 UNFCCC 発効

UNFCCC は国連総会で 1992 年 5 月に採択され⁽²⁾、その 1 か月後にリオデジャネイロで開

* 武蔵野大学サステナビリティ研究所客員研究員

受理日: (2023 年 10 月 27 日)
発行日: (2024 年 2 月 29 日)

催された環境と開発に関する国連会議 (UNCED) において 154 カ国 (+EC) により署名され、1994 年 3 月 21 日に発効した。現在、合計 198 カ国・機関 (うち 1 機関) が批准している。

[UNFCCC の概略]

UNFCCC の主要点 (目的、基本原則、約束) を以下に概括する⁽³⁾。

気候変化とは、直接または間接的にグローバルな大気組成を変える人間活動に起因し、かつ、比較可能な期間に自然の変動に加えて観測された気候の変化と定義されている (第 1 条第 2 項)。

目的:

UNFCCC の「究極の」目的は「気候システムへ人為的に危険な干渉を及ぼさないように、二酸化炭素 (CO₂) 等の大気中の温室効果ガス (GHG) 濃度を、気候系システムへの危険な人為的干渉を避ける水準に安定化させること (第 2 条)」である。その水準及びタイムフレームは、「生態系が自然に適応し、食糧生産が脅かされず、経済発展が持続可能な状態で進むことができる (同第 2 条)」のに十分な時間内で達成されることである。

この条約目的には以下に示すようにいくつかの不十分な表現が目立つ。

- ・安定化の水準：政策策定の目標としてどのような水準なのか定量的に示されていない。
- ・対象とする GHG の種類：CO₂ 及びモントリオール条約に規定以外の GHG とだけ示され、対象とする具体的な気体の名称は規定されていない。
- ・危険な水準：危険な水準とは具体的にいかなる水準か定量的に示されていない。(生態系が自然に適応不可能、食糧生産が不振、経済発展が持続不可能となる水準がいかなる水準なのか?)。
- ・削減目標：人為的 CO₂ 排出量及びモントリオール条約に規定以外の GHG 排出量を 1990 年レベルにする (第 4 条 2(b))。安定化の水準と関係づけは示されていない。
- ・達成のための期間：「生態系が自然に適応し、食糧生産が脅かされず、経済発展が持続可能な状態で進むことができる (第 2 条)」のに十分な時間内とだけ示されている。

基本原則:

前書きに見られる「先進国の GHG 排出の歴史的かつ現在の排出責任及び途上国の将来発展に伴う GHG 排出増加のニーズ (前書き para 3) に留意」、「共通だが差異ある責任と能力 (CBDR&RC) 並びに社会・経済状況」に従ったすべての国の協力と参加 (前書き para 6) が取り込まれ、基本原則には途上国に対する以下の配慮がなされている。

- ・公平性及び共通だが差異ある責任と各国の能力 (CBDR RC)。先進国の率先行動。(第 3 条第 1 項)
- ・途上国のニーズ及び国情の配慮 (第 3 条第 2 項)
- ・予防原則 (第 3 条第 3 項)
- ・持続可能な発展を促進する権利 (第 3 条第 4 項)
- ・国際協力の配慮 (第 3 条第 5 項)

約束:

約束は、附属書 I 締約国 (条約で Annex I にリスト化) と非附属書 I 締約国 (附属書 I 国

以外の締約国)とでなすべきことが異なる規定が定められている。大きくは3つに分けられており、すべての国に適用される一般的約束、附属書Ⅰ締約国のみに適用される排出源及び吸収源に関する約束、及び附属書Ⅱ締約国(条約で Annex Ⅱにリスト化)に適用される資金及び技術移転に関する約束である。ここで、附属書Ⅰ締約国は、1992年の OECD メンバー国及び市場経済移行国(ロシア連邦共和国、バルト三国、東欧諸国)で約40カ国、その他が非附属書Ⅰ締約国であり、途上国がほとんどであり、150カ国を上回る。附属書Ⅱ締約国は OECD メンバー国である。

・一般的な約束はすべての締約国・機関に適用され、CBDR、国・地域の発展の優先度、目的及び状況に関する配慮をして、次のことを行わねばならない(第4条第1項): (a) 国別の排出インベントリ、(b) 削減のための国別または地域プログラム、(c) 抑制、低減また防止技術等の移転、(d) 吸収源及び貯留の持続可能な管理・協力促進、(e) 適応に対する準備の協力、(f) 社会、経済及び環境政策及び行動への気候変化の配慮及び適切な措置、(g) 科学、技術、社会-経済学等研究、システムティックな観測、データ保管策定の促進及び協力、(h) 科学、技術、社会-経済及び法律学的情報交換の促進と協力、(i) 教育、訓練、及び社会認知の促進と協力、(j) COP での実施情報の伝達(communicate)。

・附属書Ⅰ締約国のみに関する義務(第4条第2項)は、第4条第1項の内容に比べて要求は厳しくなっており、率先した緩和行動が期待され、また、緩和施策・措置の進捗はレビューされる。

個々の締約国は気候変化緩和のために、国の政策を策定し対応措置をとり、人為的 GHG の排出を制限し、吸収源を保護・強化しなければならない。目的達成のため施策・措置の実施には他国と共同で行うことあるいは支援することが可能である。締約国は気候変化の緩和を率先して行い、CO₂ 及びモントリオール議定書規定以外の GHG の排出量を 2000 年までに 1990 年レベルに削減することが期待されている。(第4条第2項(a))。締約国は施策・措置に関する情報及び 2000 年(1990 年比)における人為的排出及び吸収に関する結果の展望について定期的に伝達し、こうした情報はレビューされねばならない(第4条第2項(b), (d))。

・附属書Ⅱ締約国の義務(第4条第3項)について、途上締約国が第12条第1項の示す要求を遵守する報告情報に関わり発生する総費用を満たすために新たな、または追加的な資金を提供すると定められている。さらに、技術移転を含め、一般的な約束を実施するために必要とする費用を満たすための資金を、提供しなければならない。加えて、気候変化に対して脆弱な開発途上締約国が悪影響に対して適応するための資金(financial resources)を支援(第4条第4項)し、開発途上締約国に環境にやさしい技術及びノウハウの移転・アクセスを促進し、資金を提供しなければならない(第4条第5項)。

約束の実施に際しては、小島嶼国、低地の沿岸地域を有する国、干ばつや砂漠化など気候変化の影響によるハイリスクに曝される可能性のある国、化石資源の産業に依存し、気候対策措置の経済的影響を受ける可能性のある国々のニーズ及び懸念に十全の配慮をすべきことが定められている。後発開発途上国についても同様である(第4条第8項~10項)。

なお、資金提供の重要性について、条約が開発途上締約国でどの程度効果的に実施されるかは先進締約国の資金及び技術移転の効果的実施に依拠すること、そして経済・社会発展及び

び貧乏撲滅が開発途上締約国, にとっては第一かつ優先的事項であることが盛り込まれている (第4条第7項)。一方、資金規模については触れられていない。

締約国会議の設置等：

UNFCCC の最高機関として COP を設置し、UNFCCC 及び COP が採択する関連の法的措置の実施を定期的にレビューすること、UNFCCC の効果的実施の促進に必要な意思決定を行うこととする。締約国会議は毎年開催することなどが規定された (第7条)。気候変化に取り組むグローバルなメカニズムのコアとして COP が設立された。

UNFCCC は締約国に関して幅広い約束を設定しているが、GHG に関して法的拘束力のある排出抑制は要求していない。附属書 I 国に対して GHG の排出量を 2000 年までに 1990 年レベルに削減することを期待しているが、法的な義務ではない。後に、より一層詳細な事項あるいは国内的措置を設定する上での余地を残した形となっている。

1995 年 COP1 ベルリン - 第 1 回締約国会議開催

COP1 において、UNFCCC に示されている先進国が合意した約束 (第4条) は、「究極の目標 (第2条)」を達成するには不十分であり、もっと厳しい約束を盛り込んだ議定書が必要である」ことが合意された。いわゆる、「ベルリンマンデート」(Decision 1/CP.1) である。

この合意事項は「議定書または他の法的措置の採択によって 2000 年以降の適切な行動がとれるように交渉を進めること、是には附属書 I 締約国が条約の第4条 2(a) 及び (b) の約束を強化することが含まれる。(前書き)」というものである。

具体的には UNFCCC の第4条 2(a) 及び (b) の約束の強化を最優先事項として、附属書 I 締約国に以下が要求された (Decision 1/CP.1, para 2(a))。

① 政策及び措置の詳細化

② 時間枠 (2005 年, 2020 年, 2020 年) における定量的削減目標 (objectives) の設定

ここで交渉の中心母体となるベルリンマンデート特別作業会 (AGBM) が設置された。この交渉の進捗を COP2 で報告し、1997 年のできるだけ早い時期に作業を完了し COP3 で結果を採択することとされた (Decision 1/CP.1, para 6)。

1997 年 COP3 京都 - 京都議定書採択

AGBM の 2 年間の交渉を経て、法的拘束力のある定量的な (数値) 削減目標を盛り込んだ京都議定書 (KP) が、COP3 で採択された (Decision 1/CP.3)。京都議定書は UNFCCC と目的や基本原則を共有するものであり、特に附属書 I 締約国の約束が強化されたものである。

[京都議定書概略]

KP は附属書 I 締約国のみが、第 1 約束期間 (2008 年～2012 年) に、個別にまたは共同で、それぞれに割当てられた量の GHG の削減を行い、締約国全体として 1990 年比で平均約 5% (CO₂ 相当量) の排出削減義務を課するものである (第3条第1項)。対象とする GHG の種類も定義された (第3条第1項)。

また、自国以外での削減努力を他国から自国の削減分として譲り受ける各国間で協調して削減する 3 つの市場ベースのメカニズムすなわち、クリーン開発メカニズム (CDM) (第 12 条)、共同実施 (JI) (第 6 条)、及び排出枠取引 (第 17 条)、いわゆる「京都メカニズム」が導入された。CDM 及び JI は、プロジェクトベースのメカニズムであり、CDM は先進国が途上国で排出緩和に投資し、一方 JI は先進国が他の先進国での排出緩和に投資するプロジェクトメカニズムである。

削減の数値目標：

KP のコアは、附属書 I 締約国各国に割当てられた削減の数値目標である (第 3 条第 1 項、附属書 B)。各締約国にはトップダウンで数値目標が割当てられ、約束期間内に削減を行わなければならない。1990 年を基準年として 2008 年から 2012 年に、締約国全体で平均約 5% の排出削減をすることとされた。

対象とする GHG は 6 種類と定めた。CO₂、一酸化二窒素 (N₂O)、メタン (CH₄)、パーフルオロカーボン (PFCs)、ハイドロフルオロカーボン (HFCs)、及び六フッ化硫黄 (SF₆) である (第 3 条第 1 項、附属書 A) である。後に、KP の第 2 約束期間に、三フッ化窒素 (NF₃) が追加された。

削減政策・措置：

締約国が行なうべき様々な政策・措置が示された。エネルギー効率向上や GHG の吸収源・貯留源の保護・強化をはじめ、GHG 排出産業の市場の不完全性や補助金等の段階的削減及び廃止、エネルギーの生産・利用や廃棄物管理からのメタン排出の抑制・削減などが示され、加えて、締約国間の協力も盛り込まれている (第 2 条第 1 項)。

京都メカニズム：

- ① クリーン開発メカニズム (CDM) (第 12 条)：先進国が途上国で GHG 排出削減に貢献する経済協力をした場合、それによる温暖化ガス削減分の一部を譲り受けることができる制度。
- ② 共同実施 (JI) (第 6 条)：先進国が他の先進国で、省エネなど GHG の排出削減に有効なプロジェクトを実施した場合などに、それによる削減分の一部を譲り受けることができる制度。
- ③ 排出枠取引 (第 17 条)：GHG の排出枠を国際的に売買する制度。

法的拘束力のある排出削減の数値目標とこの目標達成のための行動は柔軟性メカニズム (京都メカニズム) によることが大きな特徴である。

[KP の主要課題]

最大排出国 (当時) の離脱：

主要排出国である米国は、当時のクリントン (William Jefferson “Bill” Clinton) 大統領は KP に署名したが、米国上院の決議 (バード・ヘーゲル決議：95 - 0) に基づき、附属書 I 締約国に新たな制限あるいは削減約束を求め、途上国に新たな制限あるいは削減の約束を求めていること並びに米国経済に深刻な影響を及ぼすとの理由で批准はしなかった⁽⁴⁾。米国は当

時世界最大の GHG 排出国であり、したがって、KP は主要排出国の削減寄与が大幅に減じられることになった。

KP の採択・約束期間：

KP は採択 (1997 年) から発効 (2005 年) まで 8 年、約束期間の開始 (2008 年) まで 10 年を要した。しかし、発効から開始の準備まで 3 年、緩和行動を実施する第 1 約束期間は 5 年間であり、根本的な社会・経済の構造的変化が要求される気候変化に対応するための長期的取組 (例えば、再生可能エネルギーの大規模導入、化石燃料発電から原子力発電への燃料転換など) が機能できるほどの時間が用意されたとは考えにくい。また、KP は第 1 約束期間が開始された段階で、次の 2012 年以降の約束期間に向けた、長期的展望での緩和活動に対するインセンティブが働きにくく、規模の小さい対策 (例えば、省エネルギー) が中心にならざるを得なかった。

IPCC による安定化シナリオ提示：

KP の第 1 約束期間が開始される前年に発表された IPCC の第 4 次評価報告書 (AR4) (WG III) の最も厳しい安定化の長期的目標は概略以下のように示された⁽⁵⁾。

○ GHG の排出量は 2000 ～ 2025 年にピークオフする。

○ 2050 年までに排出量を 50 ～ 80% 削減する。

○ GHG の大気中安定化濃度は 445 ～ 490 ppm であり、これに対応する (産業革命前からの) 世界平均気温上昇は 2.0 ～ 2.4℃ と予測される。

2005 年の時点で、エネルギー起源の CO₂ 排出量は、途上国 (非 OECD 諸国合計) は 145.28 億トン / 年で、先進国 (OECD 諸国合計) 136.13 億 トン / 年を上回っている⁽⁶⁾。その排出状況が続くと、先進国で 100% 削減しても、それを上回る途上国の排出は依然継続するので、50% 以上の削減は不可能である。AR4 の示す安定化シナリオを実現化するには途上国の緩和活動への参加は不可欠であることが示され、グローバルな制度設計が望まれ、科学的にも KP 実施へのインセンティブが働きにくくなった。

2001 年 COP7 マラケシュ - マラケシュアコードの採択

マラケシュにおいて UNFCCC 及び KP の実施 (市場メカニズム及びコンプライアンス手続き) に向けた運用ルールが定められた (マラケシュアコード) (Decision 2 ～ 14/CP.7)。KP 締約国会合では京都メカニズムに関して、JI の実施ルールやガイドライン、CDM の様式と手順、並びに排出枠取引の様式、ルール及びガイドラインの詳細が定められ、KP 運用の基礎が築かれた。

2.2 バリロードマップ (2005 年～ 2011 年)

2005 年 COP11/CMP1 モントリオール - 京都議定書に関する特別作業部会設立

KP は 2005 年 2 月 16 日に発効した。一方、第 1 約束期間 (2008 年～ 2012 年) 以降の削減目標について締約国は第 1 約束期間が終了する少なくとも 7 年前 (すなわち 2005 年末) に検討すること規定されている (KP 第 3 条第 9 項)。CMP1 (第 1 回 京都議定書締約国会合) で、2013 年以降の一層の削減を考慮することが決議され、これを進めるために AWG - KP

(Ad-Hoc Working Group on Kyoto Protocol 京都議定書に関する特別作業部会)」が設立され (Decision 1/CMP.1, para 2)、第 1 約束期間と第 2 約束期間との間に乖離が生じないように作業を完了させ、成果をできるだけ早く、CMP で採択することが合意された (Decision 1/CMP.1, para 3)。

AWG - KP の交渉は、世界の社会経済的状況の変化及び非附属書 I 締約国からの温室効果ガス排出量の増加の扱いが絡み交渉は 2012 年まで継続した⁽⁷⁾。なお、この交渉結果は、後に COP18/CMP8 (2012 年ドーハ) において ドーハアmendメント (改正京都議定書) (Decision 1/CMP.8) として採択された。

一方、COP11 において、UNFCCC の下での長期協力行動に関して、COP 議長から今後数年間における政府間プロセスの下で、さらなる作業のステージ設定が提案され、これは「条約の実施強化により気候変化に取り組むための長期協力行動に関する対話 (Dialogue on long-term cooperative action to address climate change by enhancing implementation of the Convention)」として採択された (Decision 1/CP.11)。

2007 年 COP13/CMP3 バリ - バリロードマップ採択

バリにおける重要な成果は、長期的協力行動に関する対話がバリ行動計画として形をとるに至ったことである。概略を以下に示す (Decision 1/CP.13)。

- ・ IPCC AR4 の示す科学知見により、UNFCCC の究極の目的達成には GHG の大幅な削減が必要であることが認識された (前書き)⁽⁸⁾。
- ・ 2012 年まで及びそれ以降に向けた長期協力行動を通して、UNFCCC の十分に、効果のあるかつ持続的な実施を可能にする包括的交渉を開始し、COP15 でその成果に関する合意を得ることが決議された (Decision 1/CP.13, para 1)。
- ・ バリ行動計画では交渉において取り扱うべき事項の詳細が決議された。長期的排出削減目標に関するビジョンの共有とともに、気候変化への行動を強化するために、軸となる 4 本の行動 (緩和 (先進国及び途上国による)、適応、技術開発・移転及び資金の提供) が明確にされた (Decision 1/CP.13, para 1)。
- ・ なかでも緩和行動について考慮すべき事項として、① すべての先進国による測定、報告及び検証可能な緩和約束あるいは行動、② 測定、報告及び検証可能な形での途上国による NAMA (Nationally Appropriate Mitigation Actions 国別の適切な緩和行動)、③ 森林減少・劣化の抑制等による温室効果ガス排出量の削減や開発途上国における森林保全、④ 協力的セクtralアプローチ及びセクター固有アプローチ、⑤ 市場的アプローチ、及び⑥ 様々なアプローチなどが示された。途上国による NAMA が合意を得たことで、バリ行動計画において、初めて途上国が緩和活動に参加する扉が開けられた (para 1.(b))。さらに、適応行動の強化、技術開発・移転の強化、資金・投資支援の強化も含まれる (para 1. (c) ~ (e))。
- ・ バリ行動計画を進めるために、AWG - LCA (UNFCCC の下での長期協力行動のための特別作業部会 Ad Hoc Working Group on Long-term Cooperative Action under the Convention) を設立し、2009 年内に作業を完了し、その成果を COP15 (2009 年) で採択することが決議された (Decision 1/CP.13, para 2)。

COP13/CMP3以降、国際交渉は既設のAWG - KP及びAWG - LCAの2つのトラックで進められることになり、2つのトラックをあわせてバリロードマップと呼ぶ⁽⁹⁾。

2009年COP15/CMP5コペンハーゲン - コペンハーゲンアコード

COP15ではパリ行動計画の決議に基づき新たな国際的枠組みの合意が期待されたが、2つのAWGをベースとする交渉の成果はCOP/CMPの場での正式な合意に至らなかった。結局、並行して行われた主要排出国及び主要交渉国の首脳による交渉結果に基づき、パリ行動計画を反映した、コペンハーゲンアコードとして政治的合意がなされた。これはコペンハーゲンアコードに留意する(“taken note of”)として採択された(Decision 2/CP.15)。COP15で正式な合意が得られなかった大きな原因として、交渉プロセスに透明性及び包括性が欠けていたことが指摘されている⁽¹⁰⁾。

正式合意には至らなかったものの、コペンハーゲンアコードの主要な内容はパリ行動計画を反映し、長期協力活動の将来枠組みに関する主要な要素を含んでいる。以下にコペンハーゲンアコードの概略を示す(Decision 2/CP.15)。

- ・長期的目標：世界平均気温の上昇は2℃以下に抑制する科学的見解が認識された。IPCC AR4が示すように、できるだけ早期にピークオフ及び各国の排出量削減をし、2℃以下に抑制する(para 1, 2)。
- ・緩和策：附属書I締約国は2020年に向けた定量的削減目標の約束を、非附属書I締約国は削減行動(NAMA)を両者とも2010年1月末日までに提出する(para 4.5)。
- ・途上国への資金額が約束された(2010 - 2012年300億米ドル(緩和と適応)、2020年まで年間1000億米ドル(緩和)) (para 8)。
- ・その他に、途上国の適応策(para 3)、削減活動に関するMRV(para 4.5)、市場を含む様々なアプローチ(para 7)、森林破壊・森林伐採から排出低減(REDD - プラス)、適応、技術開発・移転及び能力構築を含む緩和活動支援の資金のスケールアップ(para 8)、ハイレベルパネルの設立(para 9)、コペンハーゲングリーン気候ファンド(para 10)、技術開発・移転強化のためのテクノロジーメカニズムの設立(para 11)などが含まれる。

コペンハーゲンアコードの重要な点は、長期削減目標(世界平均気温上昇が2℃以下に収まるようにGHGのグローバルな排出を削減すること)が示されたこと、先進国から途上国支援のための多額な資金提供を約束したことに加え、途上国が2020年における削減達成を目標とするNAMAに合意したことであり、自主行動とはいえ、COPの歴史の中で初めて、途上国が削減活動へ参加する可能性が開けたことである。

後日、コペンハーゲンアコードに示す様式(para 4.5)に従って、先進国及び途上国のNAMAを含め、2020年をタイムフレームとした各国の温室効果ガス削減行動が提出された。AWG - LCAはCOP16(2010年)まで延長され(Decision1/CP.15 para 1)、また、AWG - KPも作業を継続することになった(Decision1/CMP.5 para 3)。

2010 年 COP16/CMP6 カンクン - カンクン合意

依然、2つの AWG で並行して交渉が行われた。AWG - LCA の成果として「カンクン合意」が採択された。コペンハーゲンで信頼を失った UNFCCC の意思決定プロセスを修復し、COP17 での取組みに関する展望が改善された。

カンクン合意では、UNFCCC の下での将来の行動及び広範囲な取組の基盤が定められた。IPCC AR4 の知見に基づくグローバルな長期的削減目標の認識が明示され、法的拘束力は持たないが、各国が 2020 年に向けた削減目標または緩和行動 (先進国は経済大での削減目標 / 途上国は NAMA) の提出及び MRV、適応、技術開発・移転、及び資金に関する新たな枠組みが合意された (Decision 1/CP.16)。

カンクン合意の概略は以下のとおりである。

- ・長期協力共同のためのビジョン共有：UNFCCC の目的達成のためにすべての締約国がビジョン (緩和、適応、資金、技術開発・移転及び能力開発) を共有 (para 1)。産業革命以後の世界平均気温上昇 2°C 抑制を目標、しかし 1.5°C との関連も含め、科学に基づき目標を強化 (para 4)。低炭素排出型発展が不可欠であり、GHG のピーキングのタイムフレームの特定作業を行い COP17 で考慮 (para 6)。
 - ・適応行動の強化：カンクン適応フレームワーク設立 (para 13)。後発開発途上国が国別計画を作成・実施できるためのプロセスの設立 (para 15)。適応に関する強化行動実施のための適応委員会設立 (para 20)。途上国における気候変化の悪影響に関わる損失・被害のワークプログラムの設置 (para 26)。
 - ・緩和行動の強化：
 - A. 先進国による適切な緩和の約束または行動：附属書 I 締約国の 2020 年までの定量的削減目標が実施されることに留意 (para 36)。国別報告書に関する報告及び報告指針の強化 (para 40 ~ 42)。削減行動に関する国際的評価プロセスの確立 (para 44)、低炭素 (排出) 型発展戦略計画の策定 (para 45)。
 - B. 途上国による適切な緩和行動 (NAMA)：途上国は 2020 年までの BAU (現状どおり) からの削減達成を目標として、NAMA が持続可能な発展の文脈で、技術・資金・能力開発の支援の下で、行われることに合意 (para 48, 49)。NAMA の登録簿をセットアップ (para 53)。国際的支援に基づく緩和行動は UNFCCC の下での国内および国際的 MRV (測定・報告・検証) を受ける (para 61)。国内緩和行動は国内で UNFCCC の下での一般的ガイドラインに従った MRV による (para 62)。
 - C. 途上国における、森林の伐採・劣化の抑制等による GHG 排出抑制 / 森林の保全、持続可能な管理の役割並びに炭素貯留源の強化 (para 69, 70, 附属書 I)。
 - ・資金支援：2010 - 2012 年の期間に 300 億米ドルを含む先進国の約束に留意する (para 95)。長期資金支援では先進国は合同で途上国に拡大規模の、新たな、追加的、展望のある、十分なファンドを提供 (para 97)。2020 年まで先進国は毎年 1000 億米ドルを提供することを約束 (para 98)。緑の気候ファンドの設立 (para 102)。気候変化資金に関する常設委員会を設立 (para 112)。
- 資金に関する約束は、コペンハーゲンアコード (Decision 2/CP.15, para 8) を再確認し、カ

ンクンで UNFCCC の正式な合意事項となった (Decision 1/CP.16, para 95, 98)。2010 - 2012 年の期間における 300 億米ドルの提供に関する約束は、「Fast - start Finance」と呼ばれている。

- ・技術開発と移転：テクノロジーメカニズムの設立 (テクノロジーエグゼクティブ委員会、気候テクノロジーセンター (TEC) 及びネットワーク (CTCN)) (para 117)。

一方、AWG - KP は、KP の第 2 約束期間に関する合意には至らず、「AWG - KP は第 1 約束期間と第 2 約束期間に空白が生じないように (2013 年から第 2 約束期間が開始できるように) 作業を完了する」という作業工程が合意された (Decision 1/CMP. 6, para1)。

2011 年 COP17/CMP7 ダーバン - ダーバンプラットフォーム特別作業部会の設立

ダーバンにおける主要な成果は、新たな枠組み策定に向けた道筋の設定、すなわち、ADP (Ad hoc Working Group on the Durban Platform for the Enhanced Action 強化された行動のためのダーバンプラットフォーム特別作業部会) の設立であった。その役割は気候変動枠組条約の下で先進国及び途上国の区分なく「すべての国家・機関に適用できる議定書、法的措置あるいは法的効力を持つ合意」を策定することである。(Decision 1/CP.17, para 1,2,3)

作業内容は、バリ行動計画の 4 つの軸に行動・支援の透明性及び能力構築を加え 6 つの軸とした。ADP は「すべての国家・機関に適用できる」点において、KP と一線を画し、国際的取組みの新たな機会を提供することが期待された。作業は 2015 年までに完了し、同年の COP21 までに採択し、2020 年に発効することが決議された。

一方、KP 第 2 約束期間は 2013 年に開始し、2020 年に終了することとなった (Decision 1/CMP.7, para 1)。しかし、参加国は欧州が中心であり、そのカバーする温室効果ガスの排出量を大幅に削減しても世界全体への寄与は限られていることは明らかであった。

2.3 バリロードマップの終了～パリ協定 (2012 年～ 2015 年)

2012 年 COP18/CMP8 ドーハ - ドーハクライメートゲートウェイ

ドーハクライメートゲートウェイ⁽¹¹⁾と呼ばれる決議のパッケージ (Decision 1/CP.18 ~ 7/CP.18) が採択され、2 つの交渉プロセスであるバリロードマップが終了した。

ADP に関しては 2015 年合意 (2020 年発効) の新制度に向けた作業プランが合意された。ADP は 2012 年に作業を開始し、2 つの作業ストリーム ((a) 2015 年合意 (条約の下ですべての国々に適用しうる議定書、それ以外の法的制度、または法的拘束力を持つ合意) に関する作業ストリーム、(b) 2020 年以前の野心的目標に関する作業ストリーム) で進められることとなった (Decision 2/CP.18, para 3)。

一方、CMP8 では改正京都議定書 (ドーハアメンダメント) が採択された。この改正で KP 第 2 約束期間は 2013 年 1 月 1 日から 2020 年 12 月 31 日とすること (Decision 1/CMP.8)、及び GHG 排出量は 2020 年までに少なくとも 1990 年比で 18% 削減することが決議された⁽¹²⁾。なお、対象とする GHG に、新たに三ふっ化窒素 (NF₃) が加えられた。AWG - KP は役割を終了した (1/CMP.8, para 28)。

なお、カナダは KP を離脱 (2011 年 12 月 15 日) し、日本及びロシアは第 2 約束期間には参加しないこととなった⁽¹³⁾。

2013 年 COP19/CMP9 ワルシャワ - 新たな合意までの中間地点

COP19 は ADP 設立から 2 年経過し、新たな合意 (2015 年合意) まで 2 年となる中間地点である。

2015 年合意のカギを握る INDC(Intended Nationally Determined Contribution 各国が自主的に決定する貢献) の国内的準備を開始または強化することが求められ、準備した INDC は「COP21 より十分以前 (準備が整った国は 2015 年第 1 四半期)」に伝達することとタイムラインが決められた (Decision 1/CP.19, para 2(b))。

さらに、定量的な経済大の排出削減目標または NAMA を伝達していない国・機関は早急に行くこと、各先進国は早急に、排出削減目標または NAMA を遅滞なく実施し、KP 締約国には、第 2 約束期間の定量的排出削減または削減約束を実施することが求められた (Decision 1/CP.19, para 4)。

また、カンクン適応フレームワークの下での、ロス & ダメージに関するワルシャワ国際メカニズムの設置が決議された (Decision 2/CP.19)。

2014 年 COP20/CMP10 リマ - パリ協定の交渉テキスト策定

ADP は交渉テキスト案の策定を継続していたが、COP20 に先駆けておこなわれた ADP の会合において、共同議長は、COP17 の決議を実施する際の ADP の作業のコアとなる基本原則に関して締約国駆動型 (Party driven) プロセスを反映するために、交渉テキスト案は締約国の提出物及び声明並びに交渉において表明された見解に基づき、集約された形で (collectively) 構築されることが望ましいと述べた⁽¹⁴⁾。このことを反映し、COP20 では、提供された INDC 及び関連情報に基づき、ADP の締約国駆動型で策定された交渉テキスト案が Annex(Elements for a draft negotiating text) として採択された (1/CP.20, para 5)。

INDC 及びその関連情報は、国内的意思決定に基づくものであり、新たな枠組みは、各国が個別に緩和等に関する約束を決め、その実施状況を国際的規則の下に置くようなハイブリッドアプローチに向けた合意が形成されつつあることが示唆された。

2015 年 COP21/CMP11 パリ - パリ協定の採択・発効

リマで合意された交渉テキストを基に ADP の交渉の成果が 2015 年 12 月 12 日に 196 ヶ国・機関によってパリ協定 (PA) として採択された (Decision 1/CP.21)。

ここで ADP は終了し、新たに APA(パリ協定に関する特別作業会 Ad Hoc Working Group on the Paris Agreement) が設立され、パリ協定の実施に向けた準備を行うことになった (Decision 1/CP.21 para 6,7)。

PA の運用には、手続きや指針など詳細な事項、いわゆる“パリ協定ルールブック”の採択が必要である。“パリ協定ルールブック”のキイとなる事項として、緩和、適応、資金、透明性、グローバルストックテイクプロセス、市場メカニズム、実施と遵守に関する詳細が策

定されることになった (Decision 1/CP.21)。

また、PA 以前に伝達した INDC は PA に参加以後は第 1 回目の NDC (Nationally determined contributions 自国で決めた貢献) とすることとしている (Decision 1/CP.21, para 22)。

NDC は自国で決めた削減目標や行動等の約束であるが、PA に参加後はその協定に規定する気候変化緩和の計画に組み込まれることになる。また、NDC は UNFCCC 事務局が設置する NDC 登録簿に登録され公表される (PA 第 4 条 para 12)。

[パリ協定概略]

PA は 2016 年 11 月 4 日に発効し、2022 年 8 月現在 193 ヶ国・機関が批准している⁽¹⁵⁾。

PA では、目的は第 2 条に示され、3 つの柱 (長期的温度上昇目標による緩和、適応能力の強化及び資金の流れ形成) が規定されている。第 3 条は気候変化のグローバルな対応に NDC として、目的達成のためすべての締約国がなすべきことを定義している。第 3 条は第 2 条の目的と各国がなすべき事項を結びつけ、その詳細は PA のコアである NDC に関わる第 4 条 (緩和) をはじめ他の関係条項 (第 7 条 (適応)、第 9 条 (資金)、第 10 条 (技術)、第 11 条 (能力構築)、第 13 条 (透明性)、第 14 条 (グローバルストックテイク)) と密接に連繫して示されている。これら以外の、第 5 条 (シンク)、第 6 条 (市場メカニズム)、第 8 条 (ロス&ダメージ) 及び第 12 (条教育) などの規定は第 3 条に含まれておらず、PA の目的達成に向けた義務的事項ではない。

目的：

PA の目的は第 2 条の文言「‘aims’ to strengthen the global response to the threat of climate change, , in the context of sustainable development and efforts to eradicate poverty」が示すように、持続可能な発展及び貧乏撲滅の努力との文脈において、気候変化の脅威に対するグローバルな対応を強化することである。そのための目標が 3 つ示されている。第 1 項 (a) は長期緩和目標、第 1 項 (b) は気候変化の悪影響に対する適応能力の強化、第 1 項 (c) は低温室効果ガス排出パスと調和する資金フローを作ることである。資金フローは第 1 項 (a) とともに目的達成に不可欠な要素である。

○長期緩和目標

第 2 条第 1 項 (a) は気候変化緩和のための長期目標が定量的に示されている。世界平均気温上昇を工業化以前よりも 2℃ より十分低く、かつ 1.5℃ を超えないよう努力を続ける。

この目標達成の方法は、今後約 100 年間の GHG の緩和 (排出削減) 経路の形で第 4 条第 1 項に示されている。経路の要求事項は 2 つであり、一つは「できるだけ早い時期にグローバルなピーク (最大排出点) に到達 (途上国にとってはピークに至るまで長期間かかることを認識) する」こと、他の一つは「今世紀の後半に (2050 年～2100 年) の間に、GHG の人為的排出量と吸収源による除去量とのバランスを達成することを目標とする」としている。

長期温度抑制目標には 2 つの数値 (2℃ /1.5℃) が盛り込まれているが、これは以下に示す過去の科学的知見等のレビューの経緯を反映している。

カンクン合意においては、IPCC AR4 の知見を反映し、温室効果ガスの削減量は世界平均気温上昇は 2℃ を下回るように (below 2℃) 保持するとの認識が示された (Decision 1/CP.16,

para 4)。加えて、この長期グローバル目標の妥当性(adequacy)に関する「定期レビュー」(Decision 1/CP.16, para 138, para 139)が決議され、最初の「2013 - 2015 レビュー」に関する SED (structured expert dialogue 組織的専門家会議) 報告が作成され、10 のメッセージが示された⁽¹⁶⁾。長期目標に関連するメッセージを拾い上げて以下に示す。

- ・ 温度限界で定義された長期グローバル目標は十分に目的にかなうものである (メッセージ 1)。
- ・ 2°C リミットは防衛線 (defense line) としてみるのが望ましい。2°C までの温暖化を安全と考える ‘安全策 guardrail’ 的考えは十分ではなく、上限として、厳密に守る必要のある防衛線と考える方がよく、一方で、より低めの温度上昇が望ましい (メッセージ 5)。
- ・ 1.5°C 上昇リミットに関する科学は 2°C あるいは 2°C 以上に関する科学ほど堅固でなく、防衛線を可能な限り押し下げる努力がなされるべきである。2°C 上昇と 1.5°C 上昇の違いが現実的にリスクの漸次増加だけの問題かあるいは何か非線形影響を含むのかは明らかでない。締約国は、グローバルな温度上昇をできるだけ 2°C 以下に抑えることを目指すことで予防的ルートをとった方がよい (メッセージ 10)。

こうした結果を受けて、長期グローバル目標について以下の決議がなされ、これが PA の第 2 条 1 項 (a) の文言に反映されている (Decision 10/CP.21 The 2013 - 2015 review, para4)。

「...that the goal is to hold the increase in the global average temperature to well below 2° C above pre-industrial levels and to pursue efforts to limit the temperature increase to 1.5° C above pre-industrial levels, recognizing that this would significantly reduce the risks and impacts of climate change」。

○資金

資金フローの形成は UNFCCC 及び KP の目的には位置づけられていなかったが、PA で明確に目的として位置付けられた。PA の目的達成にはグローバルな経済を低炭素排出社会形成の向きに変革することが必要であり、そのため、「低温室効果ガス排出及び気候に強靱な発展に向けたパスと調和する資金のフローをつくる (第 2 条第 1 項 (c))」と資金の確保が、目標の一つとして明示された。

一方、COP21 において、先進国の気候資金動員 (mobilize) に関する第 9 条第 3 項に関し、先進国は 2025 年まで既存の全体としての調達目標を継続し、2025 年までに途上国の必要及び優先度を考慮し、1000 億米ドルをフロアとする新規合同数値目標 (new collective quantified goal, NCQG) を設定することが決議された (Decision 1/CP.21, para53/ Decision 14/CMA.1)。これは第 2 条第 1 項第 (c) を補完するものと示唆される。

第 9 条第 1 項に、「in continuation of their existing obligation under the Convention」とあり、UNFCCC における先進締約国の義務 (途上締約国支援のための資金の提供あるいは技術移転) が PA においても継続していることを確認している。第 2 項は第 1 項を補完し、他の締約国の資金提供に関する自発的行動を示唆している。第 3 項は、前述の先進締約国による資金動員に関するもので、様々なソースから様々な行動を通し、率先して気候資金を動員することが望ましいとされ、資金の動員は前努力を上回る進歩が望ましいとされている。

また、PA では、気候資金の提供及び調達に関する情報は、グローバルストックテイクに考慮しなければならないこと (第 9 条第 6 項) を含め、気候資金に関わる情報報告の提供に関

する枠組みが示されている (第9条第5～7項)。

NDC :

NDCはPAの心臓部であり、目的達成の可否は締約国各国が「自国で決めた」貢献の達成度次第である。NDCは第4条に規定されているが、前述のように複数の条項と関係している。各締約国のNDCは、5年毎に伝達し(第4条第8項)、グローバルストックテイク(第14条)というアセスメントサイクルを通して、PAの目的及び長期目標に向けた全体としての進捗を評価する。NDCはこのプロセスを経ることで自国の貢献と気候変化緩和の長期目標と結びついたループ構造となっている。

各締約国はNDCを作成、伝達、維持及び実行しなければならない(第4条第2項)。これは義務として規定している。しかし、第4条第2項の後半は、NDCの貢献の目的達成の意図をもって(with the aim of achieving the objectives of such contributions)、国内の緩和施策を追求しなければならないとあり、NDCの実施結果(目的の達成)は義務として要求されていない⁽¹⁷⁾。

すなわち、各締約国にはNDCの実施履行の達成結果について法的義務はないが、一方、NDCの作成、伝達及び維持をはじめとする締約国間の情報伝達、規則及び計算といった手続き(第13条(透明性)、第14条(グローバルストックテイク)、第15条(実施促進メカニズム))に法的な義務がある。

また、NDCの実施履行について、締約国個別のアセスメントは行われず、グローバルストックテイクにおいて締約国全体での集合的アプローチが定められている⁽¹⁸⁾。

NDCに関する条文の内容は先進国と途上国では異なり、法的に柔軟性措置がみられる。削減目標の設定では、先進国の目標は「絶対排出量の削減目標」であるのに対して、途上国の場合は「各国の異なる事情に照らして、経済全体の排出の削減または抑制目標(第4条第4項)」とあり、「絶対」という言葉は避けられている。さらに、後発途上国及び開発途上島嶼国には、「その特殊条件を反映した低温室効果ガス排出型発展の戦略、計画及び行動を伝達することができる(第4条第6項)」とNDCではなく、戦略となっており、大きな柔軟性が許容されている。

NDCは5年サイクルで行われるが、第4条第19項では気候変化対応と結びついた長期的発展の展望が求められている。「全ての締約国は、...、長期的な低温室効果ガス排出型発展のための戦略(LT-LEDS Long-Term Low Greenhouse gas Emission Development Strategies)をたて、伝達するよう努めることが望ましいとしている。」気候変化への対応は脱化石燃料という産業・社会基盤の変革を必要とし、経済発展の安全保障は不可欠である。この条項は、気候変化対応を長期的な発展戦略としてもフレーミングする重要性を持つ。各国に対して2020年までに、長期的、21世紀中期を目指したLT-LEDSを事務局に提出することが呼びかけられ、UNFCCCのWEBサイトで公開することが求められた(Decision 1/CP.26 para 35)。

現在、WEBサイトで68カ国の長期戦略が公開されている⁽¹⁹⁾。また、CMA4において、総合報告書が提出されている⁽²⁰⁾。

2.4 パリ協定後 (2016 年～現在)

2016 年 COP22/CMP12/CMA1 マラケシュ - パリ協定第 1 回締約国会合

パリ協定は 2016 年に発効 (Decision 1/CP.22, para 1) し、同年 CMA1(パリ協定第 1 回締約国会合) が開催された。この会合はその実施に焦点を向けた重要な移行地点である。

パリ協定ルールブックは、透明性と責任に基づき 2018 年に開催される COP23/CMA1 - 3 (パート 3) までに作成・採択することとなった (Decision 1/CP.22, para 22, 1/CMA.1 para 5)。

2018 年 COP24/CMP14/CMA1 - 3 カトヴィツェ - パリルールブック (PA 第 6 条を除き) 採択

パリ協定ルールブックは、カトヴィツェにおいて、一部 (市場メカニズム (第 6 条)) を残し、採択された (Decision 1/CP.24)。

2020 年 COP/CMP/CMA - コロナ禍により延期 ドーハアmendメント発効

コロナ禍の影響により 2020 年には COP/CMP/CMA は開催されなかった。

2012 年採択された改正京都議定書ドーハアmendメント (Decision 1/CMP.8) は、KP の第 2 約束期間が終了する 2020 年 12 月 31 日に発効した (148 カ国・機関 (EU を含む) が批准)。途上国を含むすべての国が参加するパリ協定が発効した現在、KP の将来 (第 3 約束期間) の展望は全く不明であるが、条約法に関するウィーン条約 (第 59 条 後の条約締結による条約終了または運用停止) によれば KP は継続する⁽²¹⁾。

2021 年 COP26/CMP16/CMA3 グラスゴー - パリルールブック完成・グラスゴー気候合意

特に重要な成果は、PA 第 6 条メカニズム (第 2 項 協力的アプローチ、第 4 項 市場メカニズム、第 8 項 非市場メカニズム) に関する事項が採択され、パリルールブックが完成したことである (Decision 3/CMA.3, 4/CMA.3)。

これは KP の CDM 活動と深く関係している。KP 第 2 約束期間終了の 2020 年以前の CDM プロジェクト活動や CER(certified emission reduction 認証排出削減量) が PA(第 6 条第 4 項 市場メカニズム) の下での NDC 達成に移行あるいは使用できるか注目されていたが、PA へ移行あるいは使用できるように設計され、PA の市場メカニズムへの CDM 移行及び CER の使用に関する要件が規定された (3/CMA.3 ,para 73,74,75)。

グラスゴーにおける最大の成果は COP26/CMP16/CMA3 で包括的決議 (カバー決議) (COP、CMP、CMA のいずれの会議でもタイトルが「グラスゴー気候パクト」) が採択された (Decision, 1/CP.26, 1/CMP.16, 1/CMA.3)。

これは、内容に 8 つの分野 (科学と緊急性、適応、適応の資金、緩和、緩和と適応のための資金・技術移転・能力構築、ロス及びダメージ、実施、協力) を含み、気温上昇を 1.5℃ に抑えることに強い決意を示した合意である (1/CP.26, para 15)。このために、2030 年に 2010 年比で CO₂ を 45% 削減し、21 世紀中期に CO₂ と同様に他の GHG も大幅削減しネットゼロにするとの要求が明示された (Decision 1/CP.26, para 17)。また、初めて、具体的に個別エネルギー源に言及し、(CO₂) 削減対策なしの石炭火力発電所の段階的廃止の言葉が盛り込まれた

(Decision 1/CP.26, para 20)。

加えて、今後の正念場の十年 (critical decade) の緩和行動のため、グローバルストックテイクを補完する形で野心及び実施を拡大するための作業プログラム (緩和作業プログラム) を設置することが決議された (1/CMA.3, para27)

COP21 において気候資金に関する NCQG 設定することが決議 (Decision 1/CP.21, para53/ Decision 14/CMA.1) されたが、この会合において、NCQG の設定に関する審議を開始することとし、共同議長 (先進国・途上国各1名) がファシリテートする特別作業プログラム (2022 - 2024年) を設立することが決議された (Decision 9/CMA.3)。特別作業プログラムは、4回の技術専門家対話を開催すること、定期的コンサルタントを実施することが決議され、年間報告の作成が要求された。NCQG の審議は2024年に結論を出すこととなった。

2022年 COP27/CMP17/CMA4 シャルム エル - シェイク - シャルム エル - シェイク実施計画

CMA3 において、気候変動対応の野心及び実施を早急に拡大することを目的に「作業プログラム (緩和作業プログラム)」を設立する合意がなされた (1/CMA3 para27) ことを受け、CMA4 で「シャルム エル - シェイク緩和の野心及び実施作業プログラム (Sharm el - Sheikh mitigation ambition and implementation work programme)」が合意された (Decision 4/CMA.4)。この目的はグローバルストックテイクを補完する形で緊急に野心及び実施を拡大することである。2026年まで継続し、さらなる継続の可否について結論を出すこととされた (Decision 4/CMA.4, para 5)。

一方、COP27 では「シャルム エル - シェイク実施計画 (Sharm el-Sheikh Implementation Plan)」が採択された (Decision 1/CP.27, 1/CMA.4)。これは COP27/CMA4 直後に開始し、2026年まで継続・結論を採択することを目指すことになった。

シャルム エル - シェイク実施計画は、次の16項目の分野での気候対応の取組の強化を求めている：科学と緊急性、野心及び実施の強化、エネルギー、緩和、適応、ロス&ダメージ (資金アレンジメント、サンチャゴネットワーク)、(気候情報の) 早期警告及びシステムティックな観測、実施 - グローバルなトランジションへのパス、資金、技術移転及び普及、能力開発、長期グローバル目標達成の見直し、海洋 (国別気候目標及び実施における海洋ベースの行動の考慮)、森林 (自然ベースの解決またはエコシステム的アプローチの考慮)、農業 (農業及び食糧保障に関する機構行動実施のシャルム エル - シェイク共同作業)、実施の強化 - 非締約国利害関係者の行動。重要な項目である緩和及び資金について以下に若干追記する。

緩和については、温度上昇を1.5℃に抑制するには2030年までに2019年比で43%の温室効果ガス削減が必要であることを認識し、低炭素排出エネルギーシステムへの移行を加速することが要求されている。これにはクリーンな発電システムの設置拡大、効率向上、(CO₂削減設備を付帯しない) 石炭火力の漸次廃止並びに非効率な化石燃料補助金の廃止に向けた努力の加速を含む。

資金に関しては、グローバルな気候資金のフローは、途上国が総括的に必要な額に対して少ないこと (2019 - 2020年で8030億ドルであり、温度上昇を抑制するのに必要な年間投資額の31 - 32%に過ぎない (1/CP.27, para 38; 1/CMA.4, para 59)) などが示された。先進国から

途上国への支援及び他の資金の加速化が緩和活動の加速及び資金へのアクセスの不均衡の対処にとって重要であることが強調され、国際開発銀行のリフォームと貢献の増加などが要求された (1/CP.27, para 40,41; 1/CMA.4, para 61,62)

CMA4 においては、PA の目的の一つである第 2 条第 1 項 (c) に関する作業会が設置されることとなった。PA 第 2 条第 1 項 (c) 及び第 9 条の補完性について、意見交換及び条項の適用範囲理解の強化のために締約国、関係機関及び利害関係者間でシャルム エル - シェイク対話 (Sharm el - Sheikh dialogue) を開始することとなった。これに関し 2023 年に 2 つの作業会を組織し、作業会での審議について報告書を作成することになった。(Decision 1/CMA.4, para 68)

また、NCQG については PA の長期緩和目標の達成の加速に貢献することが目的であると明示され (Decision 5/CMA.4, para 7)、CMA5 までその数値目標設定の審議を継続することが決められた (para 16)。

3. おわりに

UNFCCC 採択以来、30 年間の国際交渉を経て気候変化対応の国際的取組も幾分進んだ。パリ協定の成立によって、グローバルな長期的対応のため、緩和、適応、及び資金の 3 つの柱を目的とする法的枠組とその実施のメカニズムが整備された。

今後の課題は、PA の目的達成に向けた現実的かつ効果的实施である。グラスゴー (COP26) 及びシャルム エル - シェイク (COP27) を経て、緩和目標のさらなる強化が決意された。5 年サイクルで短期的にレビューされる NDC とともに各国の長期的成長戦略プランである LT - LEDS も一層の重要性を増す。また、気候資金に関する新規合同数値目標の設定をはじめとする気候資金の拡大は、資金フローのメカニズムが構造的により堅固になり、途上国の緩和活動の強化が期待される。

4. 参考文献

- (1) United Nations. Climate Change. <https://unfccc.int/decisions> (accessed: 25 October 2023)
- (2) UN General Assembly. (1992). A/AC.237/18 (Part II)/Add.1: Report of the International Negotiation Committee for A Framework Convention on Climate Change of The Second part of The Fifth Session held at New York from 30 April to '9 May 1992 (15 May 1992)
- (3) United Nations. UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE. <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf>. (accessed : 25 October 2023)
- (4) U.S. Government S.Res.98 , 105th Congress (1997) A resolution expressing the sense of the Senate regarding the conditions for the United States becoming a signatory to

- any international agreement on greenhouse gas emissions under the United Nations Framework Convention on Climate Change. Introduced in Senate (06/12/1997).
- (5) IPCC. (2007). Summary for Policymakers. In: Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment ; Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. Table SPM.5 . p15
 - (6) BP. (2023). Statistical review of World Energy.
<https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>
 - (7) Daniel, K., Carazo, M.P., Douelle, M., Bulmer , J., Higham, A. (editors). (2017). The Paris Agreement on Climate Change Analysis and Commentary. Oxford. p.54
 - (8) IPCC. (2007). Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. Technical Summary, pages 39, 90. Chapter 13, p 776
 - (9) United Nations. (2008). FCCC/CP/2007/6. Report of the Conference of the Parties on its thirteenth session, held in Bali from 3 to 15 December 2007, Part One: Proceedings. para 135 (14 March 2008)
 - (10) Monheim, K. (2015).The management of multilateral negotiations: lessons from UN climate negotiations. Policy Paper. Centre for Climate Change Economics and Policy and Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment, London. UK. <https://eprints.lse.ac.uk/64534/> . (accessed 25 October 2023)
 - (11) United Nations. (2012). FCCC/CP/2012/8, Report of the Conference of the Parties on its eighteenth session, held in Doha from 26 November to 8 December 2012 Part One: Proceedings. para 31. (28 February 2013)
 - (12) United Nations. (2012). FCCC/KP/CMP/2012/13/Add.1. Report of the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Kyoto Protocol on its eighth session, held in Doha from 26 November to 8 December 2012. Decision 1/ CMP.8. Annex I, Doha amendment to the Kyoto Protocol, Article I: Amendment, C. Article 3, para 1 bis
 - (13) United Nations. (2012). FCCC/KP/CMP/2012/13/Add.1, Annex I, footnote 13, 16
 - (14) United Nations. (2014). FCCC/ADP/2014/1. Report of the Ad Hoc Working Group on the Durban Platform for Enhanced Action on the fourth part of its second session, held in Bonn from 10 to 14 March 2014 , III. Implementation of all the elements of decision 1/CP.17 (15 May 2014). para 22, 23
 - (15) United Nations. Paris Agreement - Status of Ratification.

- <https://unfccc.int/process/the-paris-agreement/status-of-ratification>. (accessed: 25 October 2023)
- (16) United Nations. (2014). FCCC/SB/2015/INF.1, Report on the structured expert dialogue on the 2013–2015 review. Note by the co-facilitators of the structured expert dialogue.
<https://unfccc.int/sites/default/files/resource/docs/2015/sb/eng/inf01.pdf>. (accessed: 25 October 2023)
- (17) Daniel, K., Carazo, M.P., Douelle, M., Bulmer, J., Higham, A. (editors). (2017). The Paris Agreement on Climate Change Analysis and Commentary. Oxford. p 99
- (18) United Nations. (2019). FCCC/PA/AMA/2018/3/Add2. Report of the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Paris Agreement on the third part of its first session, held in Katowice from 2 to 15 December 2018. Decision 19/CMA.1 . Matters relating to Article 14 of the Paris Agreement and paragraphs 99–101 of decision 1/CP.21. para14.
- (19) United Nations. Long-term strategies portal.
<https://unfccc.int/process/the-paris-agreement/long-term-strategie> (accessed: 25 October 2023)
- (20) United Nations. (2022). FCCC/PA/CMA/2022/8. Long-term low-emission development strategies. Synthesis report by the secretariat. (26 October 2022) . <https://unfccc.int/documents/619179>. (accessed: 25 October 2023)
- (21) United Nations. (1986). Vienna Convention on the law of Treaties. Article 59 Termination or suspension of the operation of a treaty implied by conclusion of a later treaty.
https://legal.un.org/ilc/texts/instruments/english/conventions/1_2_1986.pdf. (accessed: 25 October 2023)

サステナビリティ学科の「アカデミックスキル入門」における実践報告

A practical report on the Department of Sustainability Studies of Introduction to Academic Skills

廣瀬 晶久*

Akihisa HIROSE

木村 浩巳*

Hiromi KIMURA

小熊 みどり*

Midori OGUMA

三坂 育正†

Ikusei MISAKA

1. 要旨

本稿は、2023年度に新設された工学部サステナビリティ学科の1年次の科目「アカデミックスキル入門」での実践報告である。「アカデミックスキル入門」は、①テーマや問いの設定、②情報の収集や分析、③論理的・批判的思考と結論導出、④文章化やプレゼンテーションなどの表現、といった研究の一連のプロセスを体験し、その過程で必要なスキルを習得する講義および演習である。全14回の講義では、グループでの探究学習を行った。授業設計として、最初に教員から①～④に関わる情報提供を行い、その後学生がグループで活動する演習の時間とした。探究のテーマはプラスチック問題などサステナビリティに関わる環境問題の中から学生自身で考えてもらった。

学期末の授業リフレクションでは、多くの学生が①～④のプロセスについての講義設計が適切なレベルであり、それらのスキルが身に付いたという評価をしていた。教員としては、一連のプロセスを学習できる講義設計であったことは評価できるものの、研究において重要な「問いの設定」が不十分であることとグループ内での学習進捗の格差が課題として挙げられたので、次年度にこの知見を活かしたい。

キーワード：初年次教育 アカデミックスキル 探究学習 サステナビリティ VUCA

* 武蔵野大学サステナビリティ学科非常勤講師

† 武蔵野大学サステナビリティ学科専任教員

受理日：(2023年10月31日)

発行日：(2024年2月29日)

2. 講義設計の背景

2-1 世界及び日本国内をめぐる背景

21世紀に入り、情報関連の科学技術の発展、地球規模課題の深刻化、グローバル化など、社会が大きく変化している。社会の変化を表す言葉として、VUCA と呼ばれる Volatile（変化のしやすさ）、Uncertain（不確実さ）、Complex（複雑さ）、Ambiguous（曖昧さ）の頭文字をとった言葉がある。2030年は、よりVUCAな時代になることが予想されている。（2020 白井俊）社会が大きく変化する新たな時代に求められる能力や資質の必要性が叫ばれ、1980年代以降から議論され始め、1990年代に強調されるようになった。（2021 佐藤浩章）2003年にOECDのDeSeCoプロジェクトが国際的なキーとなる力であるキー・コンピテンシーを提唱した。

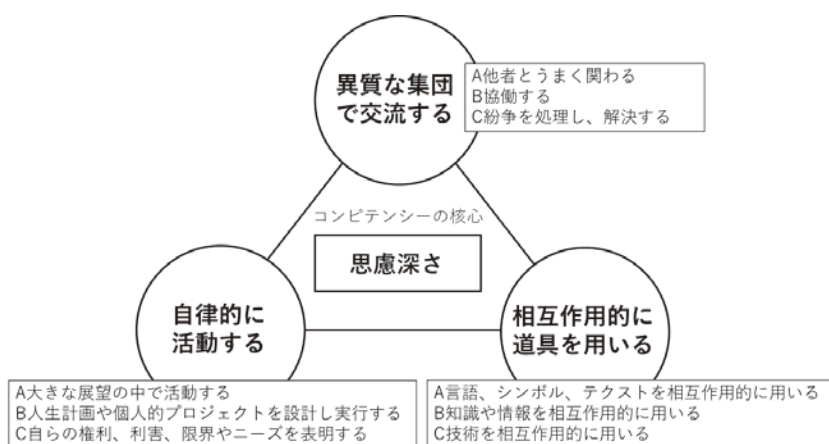


図 2-1 キー・コンピテンシーの構造（白井 2020）

我が国でも新たな時代に求められる能力や資質についての議論がなされ、国立教育政策研究所が2013年に報告書でまとめた「21世紀型能力」が提案されている。

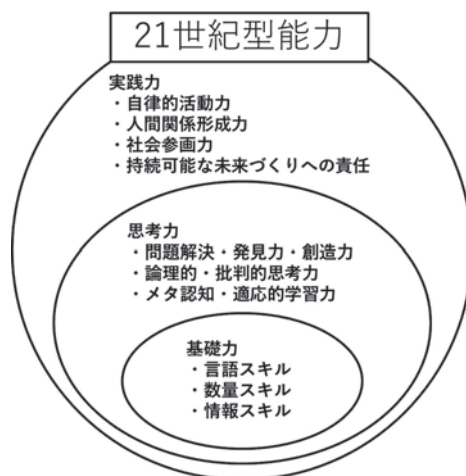


図 2-2 21 世紀型能力（国立教育政策研究所 2013）

21世紀型能力は基礎力、思考力、実践力の3層構造となっている。この設定した背景として、変化の激しい時代には、読み書き計算といった基礎的なリテラシーのみならず、未知の問題に答えが出せるような思考力と、教室外の現実の問題も他者との対話を通して解決できるような実践力。これらの力が21世紀を生き抜く「生きる力」としての提案がなされた。

それを受けて、学習指導要領の改訂が、2017年から2019年にかけて、小学校から高等学校の順に実施された。小学校から高等学校までの教育課程において、「何ができるようになるかが明確化すること」が求められ、「生きる力」として再整理されている。「生きる力」は3つの柱に分かれており、①学びに向かう力、人間性の育成、②知識及び技能の育成、③思考力、判断力、表現力の育成である。（文部科学省2018）学習指導要領の改訂に伴い、単元や各科目で学習する内容も変化している。一例として、中学校及び高等学校の数学で学習する内容はこの10年で大きく変わっているため、教員側が学習した内容を基にした講義設計では成立しないことも起こり得る。

これからの変化の大きい社会で活躍する人材を育成する上で、21世紀型能力のような「思考力」、「基礎力」、「実践力」の育成を目指すこと。大学での学習をこれまでの教育課程との接続を良くする上で、学習指導要領を考慮すること。これら2つのことを考慮した講義設計が必要である。

2-2 武蔵野大学での背景

2023年度より、武蔵野大学工学部環境システム学科は、全国初となるサステナビリティ学科となった。それに伴い、1年次の科目として「アカデミックスキル入門」が新設された。「アカデミックスキル入門」は、サステナビリティ学科のディプロマポリシーである「3思考力・判断力」及び「4実践的スキル・表現」に基づき、初年次教育科目として位置づけられている。そのため、ディプロマポリシーを満たしつつ、他の科目だけでなく卒業後にも活かせるスキルの習得や実戦経験を積むことが可能な講義設計が必須であった。特に、学科からの要望としては、「研究の一連のプロセスを体験させること」、「自分の言葉で、目的と調査結果を論理立てて説明し、考察を書けるようになること」、「データの持つ意味を理解し、Excelを用いてグラフで表現すること」の3点であった。

講義設計をする上で参考にしたのは、アカデミックスキルに特化した書籍と昨年度に開講していた「環境科学基礎 A,B,C」で得られた知見である。参考とした書籍は、慶応義塾大学出版会が出版した「アカデミック・スキルズ 大学生のための知的技法入門 第3版」である。この書籍をもとに、研究の一連のプロセスを体験するための講義の大枠を設計した。また、試行としてサステナビリティ学科の前身である環境システム学科の初年次科目の「環境科学基礎 A,B,C」で行ったレポート課題も参考にした。レポートの手本を示さずに取り組ませた最初のレポート課題では、レポートの構成が学生によって異なっており、添削する教員側が苦勞をした。このことから、レポートの書き方を丁寧に指導する必要があるという知見が得られていた。これら参考書籍と知見をふまえ、今年度の「アカデミックスキル入門」の講義設計に反映した。研究の一連のプロセスを体験させる上で、何かしらテーマが必要である。このテーマについては、教員ではなく、学生自らが設定してもらうこととした。その理由として、2つある。1つ

目は、教員がテーマを設定してしまうと、学生のモチベーションが下がってしまうこと。2つ目は、サステナビリティ学科であることをふまえ、学生自らがなるべく能動的に活動してもらいたいという思いがあった。ただ、制限を設けずになんでもありのテーマでは、教員側も大変であるため、大枠としてサステナビリティに関連する内容とした。また、テーマごとにグループを作ってもらい、最後はグループでの発表をしてもらうこととした。

3. 講義目標と実施内容、実施スケジュール

3-1 講義目標と実施内容

このアカデミックスキル入門で達成しなければならない目標は大きく3つある。

目標1：研究の一連のプロセスを体験すること

目標2：自分の言葉で、目的と調査結果を論理立てて説明し、考察を書くこと

目標3：データの持つ意味を理解し、Excelを用いてグラフで表現すること

我々は目標1の研究の一連のプロセスを体験させつつ、目標2と3は講義の中で達成できるように組み込んだ。

実施内容は先述の通り、慶応義塾大学出版会が出版した「アカデミック・スキルズ 大学生のための知的技法入門 第3版」を参考にした。研究の一連のプロセスである、問いの発見、調査、情報整理、発表、議論の5ステップを組み込んだ講義を行った。そして、この5ステップが体験できるように、学生自らがテーマを決めて探究する探究学習の形式をとった。教員による講義と学生による演習という2部構成とし、2コマ×7週の計14回の授業時間で行った。

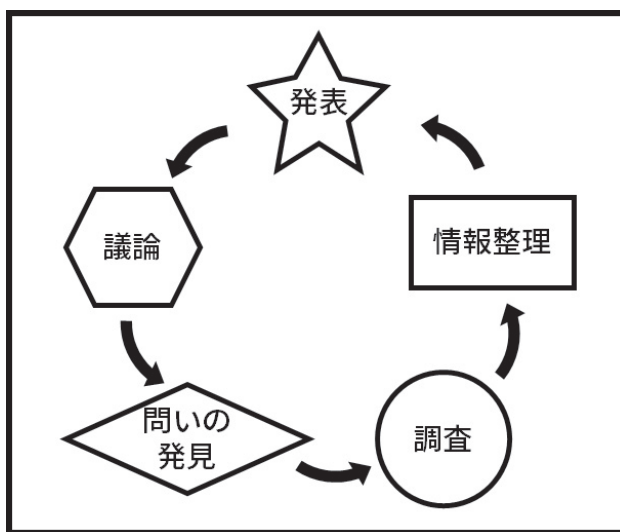


図 3-1 アカデミック・スキルズのサイクル (2020 佐藤望)

最初は問いの発見から始めた。問いの発見においては、教員側が問いに対する答えを導くことが研究であることを伝えた上で、学生自らが問いを立ててもらった。その際、自分の立場や問いの種類などの違いから、グループ分けを行った。また、学生による文献のレビュー（本を1冊選んで、1000字以上のレビュー文を書いてもらう）や、問いを抽象的なレベルから具体的なレベルに落とし込む作業（大きな問いから始めて、原因や仮説を考える）も行った。

ここでの目的は、①問いをより具体化させて論理立てて答えを導けるようにすることと②先行文献にあたることで問いや答えを深めることの2点である。

2ステップ目の調査においては、教員側が文献の種類と調べ方の紹介を行った。ここでのねらいは、科学的で信頼性のある文献を自分で判断できるようになることである。

3ステップ目の情報整理では、教員側がデータの特徴の紹介を行い、学生にデータセットを与えて、グラフを作成してもらった。この際、学生に作成するグラフの種類（円グラフ、棒グラフ、折れ線グラフ、散布図）を決めさせ、作ったグラフからどのようなことが言えるのかを自分で説明させた。ここでの目的は、①そもそものデータの特徴を知ることと②データを分析し、表現できるようになることの2点である。

4ステップ目の発表では、教員側がレポートの書き方と発表スライドの作り方を紹介した。レポートの書き方や発表スライドの作り方は、参考資料にお手本を共有するだけでなく、レポートや発表スライドに必要な項目を「なぜ必要なのか？」を考えさせながら紹介した。その上で、実際に学生にレポートと発表スライドを作成させた。ここでの目的は、①他者に何を共有しなければならないのかを考えることと②論理的な説明かつ考察を交えたレポートやスライドを作ることができるようになることの2点である。

最後の議論では、各グループが発表、質疑応答と振り返りを行った。ここでの目的は、①自分たちが立てた問いや答えを発表と議論を通して深めることと②発表者が伝えたいことが伝わる内容であったかどうかを振り返ることの2点である。

問いとデータ：「データを集める」の前に		
	概念レベル	作業・データレベル（指標）
問題(結果)		
原因(なぜ、その問題が起きているのか?)		
仮説(因果推論)		

図 3-2 問いを具体化するための講義スライド（一部抜粋）

<p>他者に成果を伝えるとき…</p> <p>「成果を活用してもらうためには どんな情報を記載する必要があるか？」</p> <p>「成果を信用できなくなるのは どんなときだろうか？」</p> <p style="text-align: right;">考えてみよう！</p>	<p>成果を示す論文やレポートにほしい情報</p> <ol style="list-style-type: none"> ① タイトル……………何についてなのか？ ② 著者名……………誰が書いたのか？ ③ 日付……………いつ書かれたのか？ ④ 概要……………全部読むのは大変なので、簡潔に言うか？ ⑤ 背景と目的……………調べようとした背景や目的は何なのか？ ⑥ 手法……………どのような方法で調べたのか？ ⑦ 結果と考察……………何が分かって、どのようなことが言えるのか？ ⑧ 引用文献……………他の人が明らかにしたのはどんなことか？ ⑨ 参考文献……………もっと知りたいときは何を読めばいいのか？
<p>「自分の言葉で語る」の重要性</p> <p>「科学」という学問は、現象を扱う学問である</p> <ul style="list-style-type: none"> ・どんな現象なのか？（結果） ・この現象が起きる原因は何なのか？（原因） ・なぜこの現象が起きるのか？（仮説） <p>結果と原因をつなぐ仮説を立てて、説明することが求められる</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>説明をするのは自分なので、自分の言葉で語る必要がある！</p> <p style="text-align: center;"><small>※科学とは何か？を深く考えたい人は科学哲学の本を読むこと</small></p>	<p>演習：本文のアウトライン（骨格）を考えよう</p> <ol style="list-style-type: none"> 1：なぜこのテーマにしようと思ったのか？どこが気になったのか？ 2：調査で、何を明らかにしようと思ったのか？ 3：調査から、どんなことが明らかになったのか？ 4：調査から、自分が感じた課題や気付きは何か？ 5：課題や気付きに対し、どんな解決策や考えがあるか？（可能なら） <p>※終わったら、アウトラインに沿って、文章を補おう！（肉付け） アウトラインを作るための材料が足りない場合は、調査へ！</p>

図 3-3 レポートの書き方の講義スライド（一部抜粋）

アカデミックスキル入門 クラス	テーマ名： _____	メンバー： _____
自分たちが相手に伝えたいことは何でしたか？	他者からの発表のレビューを見て、気になった点や特微的なことは何ですか？	
自分たちの伝えたいことを相手に伝えるために工夫したことは何ですか？	他者からの発表のレビューのコメントで、自分たちが予想していた内容と逆に予想外だった内容はそれぞれ何ですか？	
上の4つの内容をふまえ、①他者からのレビューで得られた気付き、②自分たちの発表で評価できる点と改善点、はそれぞれ何ですか？ ③それぞれ理由も書いてください。		

図 3-3 発表の振り返りシート

3-2 実習スケジュール

実施スケジュールと講義内容は以下の表の通りである。

表 3-1 講義スケジュールと講義内容

日時	講義内容
6月20日	<問いの発見> 講義 ・ガイダンス ・情報整理の練習（ノートテイク） 演習 ・大テーマの提示 ・グループ分け ・発表までのスケジュール立案
6月27日	<調査と問いの発見> 講義 ・文献の種類・探し方 ・クリティカルシンキング 演習 ・リサーチ
7月4日	<情報整理と問いの発見> 講義 ・量的データと質的データ ・アンケートの設計 演習 ・小テーマの再考
7月11日	<情報整理> 講義 ・良いグラフと悪いグラフ、グラフの意味すること ・Excelの使い方 ・グラフ作成の練習 演習 ・集めたデータをグラフにまとめる
7月18日	<発表> 講義 ・レポートの形式 ・引用と盗用・剽窃の違い 演習 ・レポートの作成
7月25日	<発表> 講義 ・発表スライド作成のポイント 演習 ・発表スライド作成
8月1日	<議論> 発表とフィードバック

4. 実施結果と考察、改善案

まず、今回のアカデミックスキル入門での目標は次の3つである。

目標1：研究の一連のプロセスを体験すること

目標2：自分の言葉で、目的と調査結果を論理立てて説明し、考察を書くこと

目標3：データの持つ意味を理解し、Excelを用いてグラフで表現すること

それぞれの目標が達成できたかどうかについて、大学が行った授業アンケート結果（有効回答数51）、提出された課題やレポート、発表内容から評価する。

4-1 目標1「研究の一連のプロセスを体験すること」について

目標1については、講義全体で研究の一連のプロセスを体験できているため、達成できたと考える。

達成できたとは言え、この講義のレベル、講義外の学習時間、講義の進め方の3つが適切であったかについても評価する必要がある。そこで、大学が実施した授業アンケートの集計結果を用いて分析を行い、評価した。

4-1-1 講義のレベルについて

講義の難易度（設問3）については、ちょうどよかったが41%、難しかったが41%、とても難しかったが18%であった。この回答から、半数以上の学生がこの講義レベルが難しかったと感じていた。

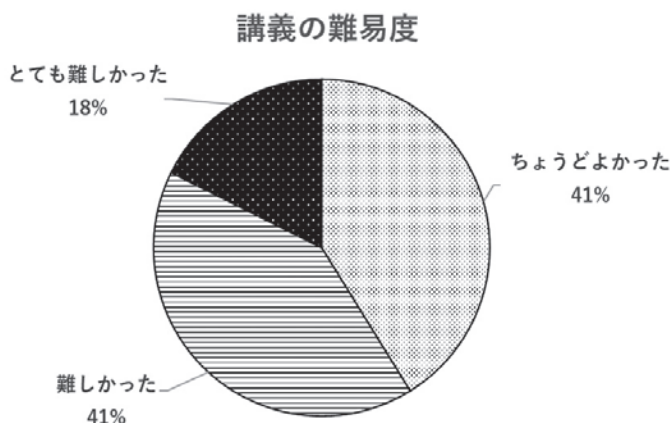


図 4-1 講義の難易度についての回答割合

難易度が高い講義は問題のある講義とみなされる。この講義の難易度が学生からどのような評価だったのか、講義の理解度（設問5）、満足度（設問9）、やりがい（設問10）の回答割合及び講義の難易度と各項目の相関をExcelのCORREL関数を用いて相関係数を求めた。

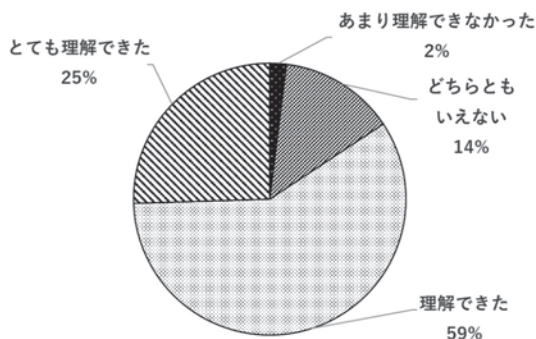


図 4-2-1 講義の理解度

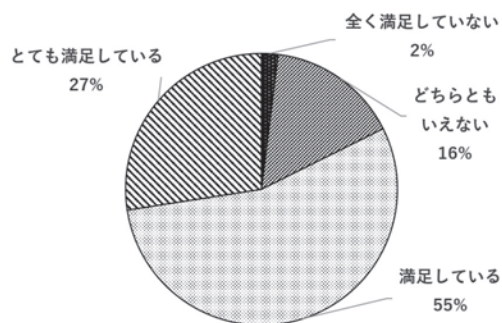


図 4-2-2 講義の満足度

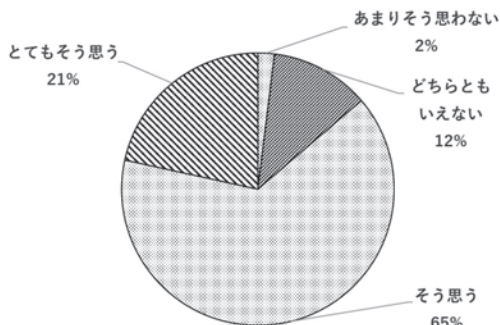


図 4-2-3 講義のやりがい

表 4-1 講義の難易度の高さとの講義の理解度、満足度、やりがいとの相関

	理解度	満足度	やりがい
難易度の高さ	0.12	0.34	0.41

図 4-2 及び表 4-1 より、この講義を高評価している割合が 8 割であることから、問題のある講義ではないと考えられる。また、講義の難易度と満足度、やりがいには弱い相関があるが、どのような相関があるのかをより特徴づけるためには学生からの自由記述の内容が必要である。今回得られたアンケートには自由記述が少なく、これ以上の相関を特徴づけることはできなかった。

以上のことから、この講義のレベルは適切であったと考える。ただ、低評価している回答が少数いることから、学生側が困っている内容を教員側が積極的に把握したり、サポートしたりといった活動を行う必要がある。

4-1-2 講義外の学習時間について

講義外の学習時間（設問 4）については、回答数の多い順に、2 時間～4 時間未満が 47%、1 時間～2 時間未満が 31%、4 時間以上が 12%、1 時間未満が 8%、全く予復習していないが 2% であった。

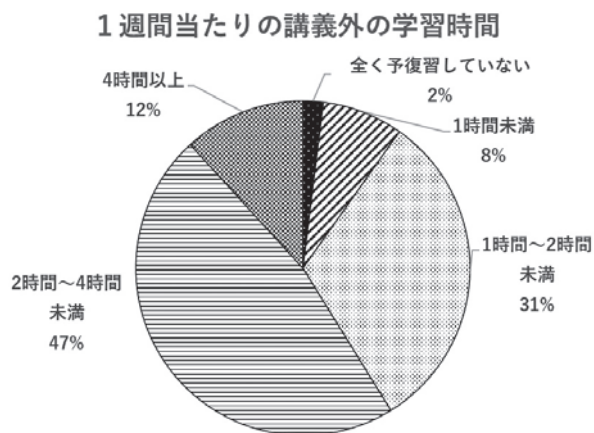


図 4-3 1時間あたりの授業外の学習時間

課題やレポート、発表資料の作成は授業時間内で終わるように設計したつもりであったが、どうしてもレポートや発表資料に必要な調査に時間がかかってしまった。改善案として、学生の調査に教員の積極的な介入や課題が講義内でなるべく完結できるようにすることが挙げられる。どれくらい介入するかについては、時間的な制約や学生のモチベーションにも関わるため、検討する余地がある。

4-1-3 講義の進め方について

今回の講義が探究学習の形式をとっているため、主体的に取り組まなければ進まない仕組みである。講義にどれくらいの学生が主体的に取り組めたかを設問5の回答結果を見る。回答者の8割が、とても主体的に取り組んだ、主体的に取り組んだと回答していた。このことから、主体的に取り組める講義内容であったことと考えられる。

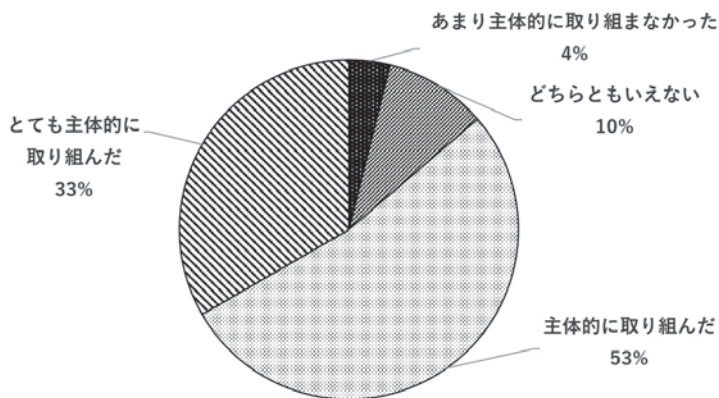


図 4-4 主体的に取り組んだかどうかについての回答割合

主体的に取り組めるようにするためには、グループでの活動を止めることや興味関心が持てるように教員側のサポートを増やすことが挙げられるが、グループ活動を止めることは避けたいと考えている。その理由はグループ活動を体験させることに意義があるからである。サステナブルな社会を考えるにあたっては、どうしても様々な立場の人との衝突が起こり得る。その中で、自分がどのような役割を担ったり、どのように議論していけば良いのかを体験したりすることが重要である。グループ活動が抱える課題であるグループ内での温度差が起こり、主体性への影響が起こり得るため、温度差を生まないようにすることも必要である。そのためには、自分の興味関心のあることの具体化とそれを相手に伝えた上で、自分たちが納得のいく形での進め方を考えていくことが重要である。改善案として、グループを作る前に自分が定めたテーマにおける問いを具体化かつ自分ごと化すること、グループを作る際には許容できるグループ数を増やすことが挙げられる。

4-2 目標2「自分の言葉で、目的と調査結果を論理立てて説明し、考察を書くこと」について

目標2についてレポートや発表内容から評価したところ、目的に対する調査結果としてのデータが的確ではないもの、考察として自分の言葉で書けていないものが複数あった。レポートと発表内容をよく見ると、立てた問いが具体的でないために、抽象的な目的となってしまう、目的に対する調査すべきことが定まっていないということが見受けられた。改善案として、自分が立てた問いをこの講義内で取り組めるレベルの問いに落とし込む、すなわち問いを具体化する作業を手厚くする必要がある。来年度の講義では、今年度を実施した第1回から第3回の講義内容をふまえ、教員側が生徒への活動への介入や取り組む課題のレベルを調整する。

4-3 目標3「データの持つ意味を理解し、Excelを用いてグラフで表現すること」について

目標3については、達成できたと考える。グラフ作成の課題やレポート、発表内容を見て、適切なグラフや解釈ができた上での説明となっていた。

5. おわりに

講義内容の考案、実施にあたって、主張したいことが大きく3つある。

1つ目は、他科目や卒業研究、社会との接続もふまえた、4年間のカリキュラム全体の中での講義の位置付けについてである。1年生2学期の7回の講義だけでアカデミックスキルを完全に身に付けられるわけではなく、本講義はあくまで入り口であるので、他の講義との連携や相補が不可欠である。講義設計をする上で、サステナビリティ学科として、どのような人材を育成するのか、どのように育成していくのかの意識や各講義での課題を担当教員のみならず、学科全体で共有することが必要であると考えている。しかし、非常勤講師である我々は立場上、大学運営に参画できる範囲や機会が限られているため、どのような講義設計をすれば良いのかと非常に悩んだ。学科のディプロマポリシーやカリキュラムポリシーを満たすように、かつ他科目からの要望に応え得る講義設計を努めたが、より良い講義設計を行うためには、学科内の

連携体制をさらに整えることは必要だと考えている。

2つ目は、VUCA と呼ばれる時代の中で、どのような講義を行うかについてである。我々は講義の中で、「問いを立てる力」や「問いから考える力」の育成を意識した。教員側はあまり答えを出さず、「批判的に捉えること」や「問いかけること」、「自分の考えを整理すること」を促すようにした。スマートフォンやAIに尋ねれば、「答え」はすぐに出る時代である。しかし、今の世の中は簡単に「答え」が出せるような問題はあまりない。そして、研究も簡単に「答え」が出るものではない。大事なことは「問い」であり、この「問い」に対する「答え」を少しずつ積み上げていくことである。このことはサステナビリティ学科において、重要な基礎力の育成につながったのではないかと考えている。

3つ目は、初年次教育を担う人材についてである。このアカデミックスキル入門では、様々な背景をもつ4人の非常勤講師が担当している。この講義内容も4人で考案し、実施したものである。初年次教育は学科の基礎を担う科目であり、重要な立ち位置である。研究の一連のプロセスを体験しつつ、各プロセスのポイントを考えることや全体の講義設計を考える上で、4人の視点やスキル、経験は非常に重要であった。事前の打ち合わせで、研究の一連のプロセスを体験する上で、「問い」が非常に重要であり、この部分を手厚くする必要があることへの意識が互いに共有された。そして、問いを立てるために、先行文献のレビューや問いと仮説の分析（因果推論）を行い、そのワークシートも作成した。また、レポートや発表スライドの作成では、書く項目や手本を示すだけではあまり効果がなかった経験から、書く項目の意図を伝えるようにした。さらに、科学コミュニケーションの観点から、科学と社会の接点への意識と講義資料への反映もできていた。これらは、様々な背景をもった人材だからこそ、アカデミックスキル入門をより意義のある講義にできたものだと考えている。

不十分だった点もあるかと思われるが、この講義を受講した学生、並びにサステナビリティ学科として、総じて学習効果の高い意義のある講義になったのではないかと考えている。

6. 引用文献

白井俊 (2020). 『OECD Education 2030 プロジェクトが描く教育の未来—エージェンシー、資質・能力とカリキュラム』

佐藤浩章 (2021). 『高等教員のための探究学習入門——問いから始める7つのステップ』 ナカニシヤ出版

国立教育政策研究所 (2013). 『社会の変化に対応する資質や能力を育成する教育課程編成の基本原則（教育課程の編成に関する基礎的研究 報告書5）』

佐藤望 (2020). 『アカデミック・スキルズ—大学生のための知的技法入門 第3版』

環境やサステナビリティに対する意識

The Consciousness of Environment and Sustainability.

村松 陸雄*

Rikuo MURAMATSU

はじめに

令和5年度に日本初のサステナビリティ学科が武蔵野大学に発足することに伴い、環境研究所もサステナビリティ研究所に発展的に改組され、紀要名称も『サステナビリティ研究所紀要』にリニューアルされた。本報を晴れ晴れしい第1号に寄稿するという機会を得ることは至極光栄なことである。折角のタイミングなので、これを好機として「環境」と「サステナビリティ」についてあれこれ考えてみることにしたい。

SDGs ウェディングケーキ

2015年9月、ニューヨーク国連本部において「国連持続可能な開発サミット」が開催され、150を超える加盟国首脳に参加のもと、その成果文書として「我々の世界を変革する：持続可能な開発のための2030アジェンダ」が採択された。そのアジェンダの行動計画として、2030年までに達成すべき、17の目標と169のターゲットからなる「持続可能な開発目標(SDGs)」が定められた。

図1は2016年にスウェーデンのレジリエンス・センターのヨハン・ロックストローム博士とパヴァン・スクデフ博士によって提唱された「SDGs ウェディングケーキ (The SDGs wedding cake)」で、持続可能な開発の3つの軸、経済・社会・環境についてのSDGsの考え方を模式化したものである。3層構造のモデルがウェディングケーキのように見えることからこの名前が付けられている。一番下の層が「生物圏 (Biosphere)」で真ん中の層が「社会圏 (Society)」、一番上の層が「経済圏 (Economy)」という3層構造で、下層2段は、中心部が空洞のドーナツの形状となっており、環境なくして社会は成り立たず、社会なくして経済の発展はないということを表現する意図するために、このような形状となっている。

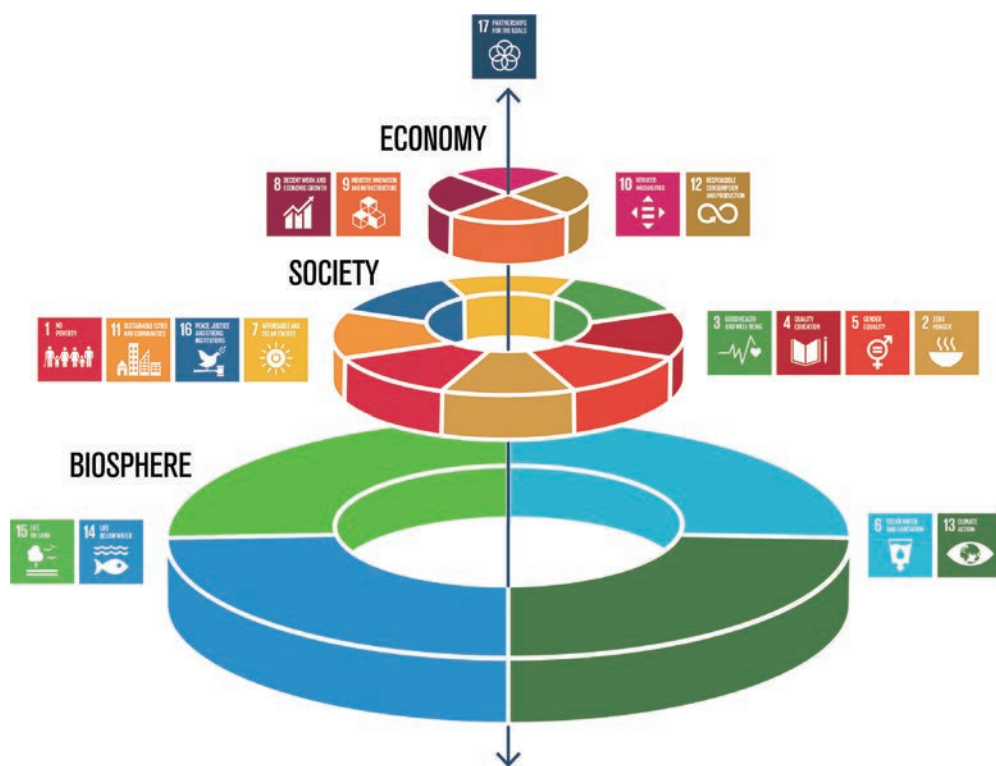
著者を含めて環境学を専門としていると自称している者にとって、このウェディングケーキのモデルで、他の圏と比して「生物圏 (Biosphere)」つまり、「環境」が持続可能な開発の根幹を支える最重要な要素として表した図解になっていることは大変に自尊心をくすぐる

* 武蔵野大学工学部教授 (サステナビリティ学科)

受理日: (2023年11月14日)

発行日: (2024年2月29日)

ことであり、これまでに取り組んできたことが全く間違っていなかったことを再確認する機会ともいえるだろう。しかしながら、「サステナビリティ」が「環境」の単なる上位互換として、従来どおりの“環境”学を同じように探究していくことでは、持続可能な社会の実現につながらないということも、このモデルが示していることは自明である。欧米の伝統的な「環境学（Environmental Sciences or Environmental Studies）」の関連学科が、「環境持続可能性（Environmental Sustainability）」と名称された学科に発展的に改組されるケースは少なからずあるが、本学のように「環境」という文言を敢えて外し、「サステナビリティ／持続可能性」のみの学科名称に改組したところは世界的に見てもほとんどない。本学の新学科（サステナビリティ学科）が「サステナビリティ」の看板に決して名折れせぬように、学科所属教員は、新学科における教育・研究活動では、日本初のサステナビリティ学科に所属していることに矜持を持ち、相当な覚悟と変革とコミットメントが社会から問われていることを肝に銘じる必要がある。



Graphics by Jenker LokramasRana

図1 SDGs ウェディングケーキ (The SDGs wedding cake)

出典：Azote Images for Stockholm Resilience Centre, Stockholm University

EE と ESD

上述の「環境」から「サステナビリティ」への転換で思い出されるのは、前世紀末から2000年代初頭で環境教育学関連の分野で盛んに議論されていた、伝統的な EE (Environmental Education/ 環境教育) に対して、新しい考え方である ESD(Education for Sustainable Development / 持続可能な開発のための教育) をどのように位置づけるかという問いである。その当時の議論は、今日においても大変参考のため、簡単に議論内容を振り返ってみる。

図2は、2000年の国際自然保護連合 (IUCN) 教育・コミュニケーション委員会での議論において導出された代表的な4つの EE と ESD との関係 (「EE は ESD の一部である」、「ESD は EE の一部である」、「ESD と EE は部分的に重なる」、「ESD は EE が進化した段階である」) を小栗 (2005) が整理したものである。表1は、同委員会で示された EE と ESD との違いについて、村上・阿部 (2004) がまとめたものである。4つの関係性のうち、「ESD は EE が進化した段階である」が最も賛同者が多いものの、他の3つを根強く支持する考え方も見受けられ、全会一致とはならなかった。

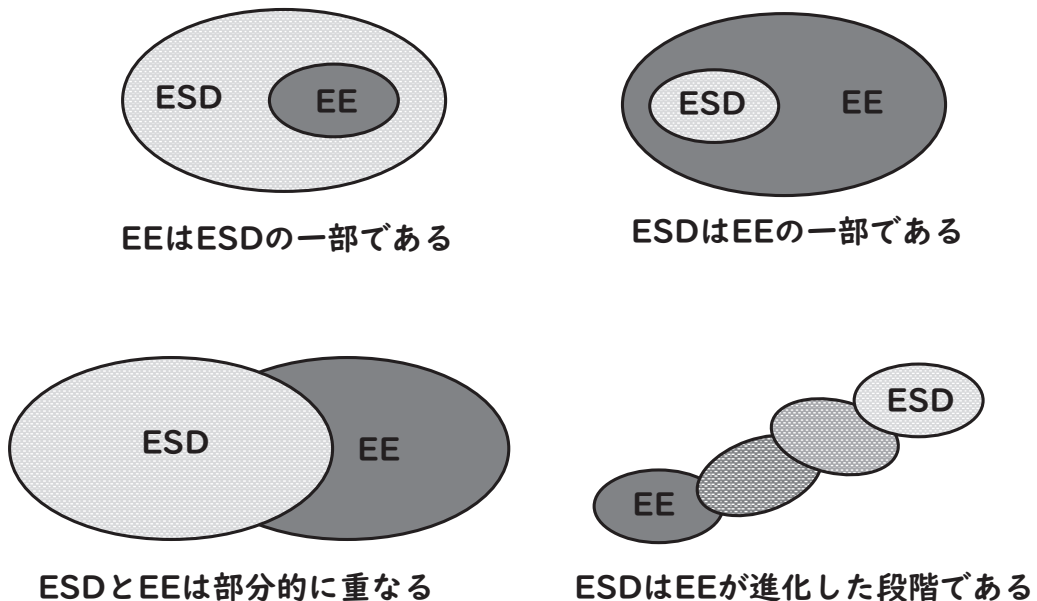


図2 EE (Environmental Education/ 環境教育) と ESD(Education for Sustainable Development / 持続可能な開発のための教育) との関係 ※ IUCN(2000), 小栗 (2005) にもとづき、筆者が作成

表1 EE と ESD との違い

	EE	ESD
対象	個人の態度の変容 認識 知識 理解 技能	社会経済構造とライフスタイルの転換 倫理観 未来志向 参画 批判的な振り返り 行動する力
方法	トップダウン 結果重視 量的価値 教え込み 管理	ボトムアップ プロセス重視 質的価値 学び 育成

※ IUCN(2000) に関して村上・阿部 (2004) が整理したものにもとづき、筆者が作成

西村 (2007) も IUCN(2000)、小栗 (2005) 等の一連の議論をレビューして次のように総括している。

ここでは個人あるいは学校のみならず、あらゆる社会主体において持続可能性に向けた取り組みを連携しつつ進めていく必要性を指摘しているといえる。(中略) ESD が従来の環境教育を超え、21 世紀に「積み残された」グローバルな人類全体の諸課題の解決にむけ、あらゆる教育機会やテーマを総合化するものであると考えてよいだろう。(p.53-54)

上記は 20 年ほど前の、言わば、一昔前の議論ではあるが、決して古い感じがしない。その理由は何だろう？と考えると、EE と ESD を取り巻く状況が、その当時とそれほど変わっておらず、時間を闇雲に浪費しただけで、残念ながら、伝統的な EE が ESD に進化した段階に到達したとは決して言えないからではないか。勿論、伝統的な EE に価値がないと言うつもりは毛頭ないし、様々なアプローチで EE が実践可能であり、それぞれの立場で、自分 (たち) が出来ることを実践されていること自体は大変に尊いことではある。ただ、そのようなやり方が一向に社会をサステナブルに近づけないのであれば、環境教育学徒は創造的破壊を伴った大いなる覚悟を持ってゲーム・チェンジをすべき時期に来ているのではないか。

わが国のアカデミアの最高権威である、日本学術会議が、2016 年 11 月に、当会議の環境思想・環境教育分科会として「提言 環境教育の統合的推進に向けて」を取りまとめている。その提言の中で、下記は EE (環境教育) の現在地に対する痛烈な批判であり、目を背けなくなるが看過することなく直視すべきである。

我が国における環境教育は、環境教育等促進法にあるように、公害教育の視点や ESD の持続可能性の視点を含んでいるが、ともすれば自然のなかでの遊び学習や、環境美化活動のように狭隘なものとして理解されがちであった。自然や環境だけでなく、公平や公正、人権や平和などの視点を含む ESD は、用語としても認知度が低く、内容についても広く共有されていると

はいえない。(p.14)

ともするとESDが環境教育の上位概念のように見えるが、我が国の法においては、あくまで環境教育が上位概念であることから、細分化した教育をつなぐ視点および全体像を描く核として環境教育を再構築することが求められる。(p.14)

SDGsという社会で広く合意された目標を達成するために、社会変革の手段としてのESDの意義を今一度、EEのあり方を含めて再検討し、ESDのあり方や法制度上のEE-ESDの関係を再構築する必要であろう。

生成AIによるEEとESDのイメージ

2023年における最大のエポックメイキングな出来事といえば、生成AIの鮮烈な登場であろう。AI技術の想像を超える進化や普及により、社会のあり方に様々な影響が出てくることが予想されている。昨今においては、ChatGPT等に代表される生成系AIが大きな注目を集めており、情報収集やプログラミングといった場面で、人間とAIが対話的に協働しながら仕事を行うツールとして活用されはじめている。

今回、画像生成AI（Adobe Firefly、Stable-Diffusion、Canva、Bing Image Creator）を用いて、「Environmental Education+環境教育」と「Education for Sustainable Development+持続可能な開発のための教育」のキーワードを入力することで、EEとESDのイメージ画像の生成を試みた。図3がAdobe Firefly、図4がStable-Diffusion、図5がCanva、図6がBing Image Creatorによる、生成画像の結果を示す。サービスによっては複数の画像を生成するが、一番目の画像をのみを掲載した。



図3 Adobe Firefly による生成画像

左：EE(Environmental Education +環境教育)

右：ESD(Education for Sustainable Development +持続可能な開発のための教育)



図4 Stable-Diffusion による生成画像

左：EE(Environmental Education + 環境教育)

右：ESD(Education for Sustainable Development + 持続可能な開発のための教育)

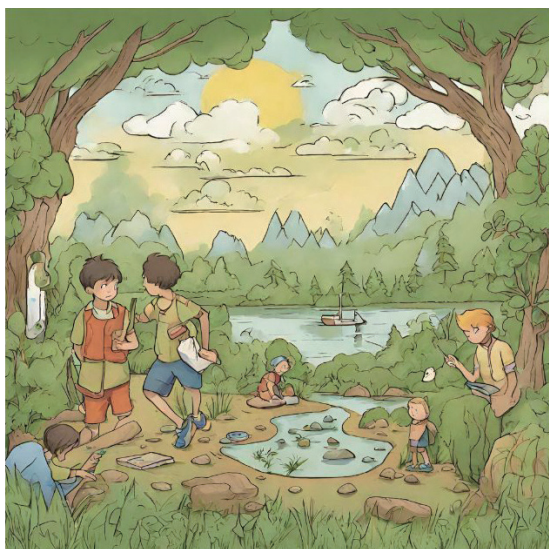


図5 Canva による生成画像

左：EE(Environmental Education + 環境教育)

右：ESD(Education for Sustainable Development + 持続可能な開発のための教育)



図6 Bing Image Creator による生成画像

左：EE(Environmental Education +環境教育)

右：ESD(Education for Sustainable Development +持続可能な開発のための教育)

画像生成 AI による違いがあるものの、総じて、EE は、主として自然観察会、自然体験教育等をイメージした画像であり、他方、ESD は、田園的な環境だけでなく都市環境、グローバルな視座を含意し、シティズンシップ教育、国際理解教育、平和教育等の多岐にわたる内容を表した画像を生成した。EE が自然のなかでの遊び学習や環境美化活動のようなイメージの狭隘さがある点を日本学術会議（2016）が批判していることを裏付ける結果となった。

画像生成 AI がどのようなデータをどのようなアルゴリズムで学習させているのか不詳である等、研究方法として信頼性や妥当性に未だ課題が残されており、今回は、あくまでもトライアル的な取り組みの紹介にとどめたい。ただ、生成 AI エンジンが WEB 上に公開されている関連コンテンツを学習した結果に基づいて生成したイメージ図は、把握しようとする言説の社会での捉え方を表象していることは疑いがない事実であり、今後、生成 AI を活用した、イメージの把握研究の進展も大いに期待されるところではある。

自分で国や社会を変えられると思いますか

サステナビリティ学科では「社会の仕組みや新規事業を生み出すソーシャルデザインと環境の調査・分析・設計を行う環境エンジニアリングに関する知識・技術を学び、これらを統合して、課題解決ができる実践的な能力を習得し、サステナブルな世界の実現に貢献できる人材を養成すること」を教育方針としている。自戒の念を込めて言えば、「現在の同様な社会経済システムを続けると 100 年後には持続不可能なディストピアな社会になる」とクールな評論家的に分析するだけでは全く不十分であり、本学科の卒業生には、社会をサステナブル社会に変革するリーダーとして、社会のあらゆるステークホルダーを巻き込んで問題解決を実現する情熱をもった行動力がある人材を育てることが求められている。

このような人材育成を目指していくに当たって前提となることは、入学者が「自分で国や社会を変えることができる」というポジティブな信念を持っていることであるが、2019年に日本財団が実施した「国や社会に対する意識」(9カ国調査)の結果は大変にショッキングなものであった。図7は、各国の17歳～19歳男女(回答数1000名)の結果を示しているが、日本は、他の8カ国に比較して、「自分で国や社会を変えることができる」と思っている人が圧倒的に低く、わずか18.3%しかいないというものであった。この結果は様々なマスメディア等

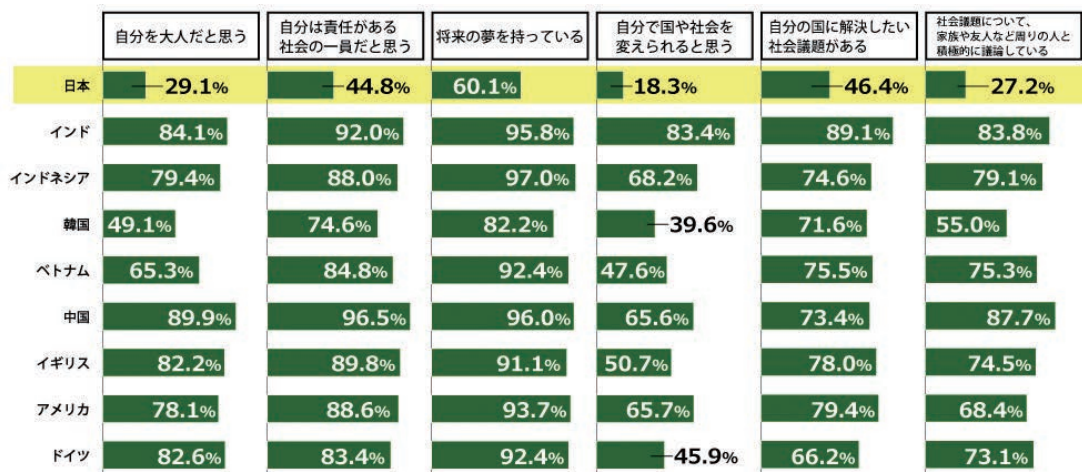


図7 「国や社会に対する意識」(9カ国調査)の結果

出典: 18歳意識調査 第20回テーマ「社会や国に対する意識調査」について報告書(日本財団, 2019)

でも引用され、これからの未来の担うべき若者世代が希望を失うと、これからの日本の将来はどうなってしまうのであろうかといった悲観的な論調が多かった。この論調に関して、日本の将来に対する責任を若い世代のみに一方的に押し付けているように感じることに違和感を禁じ得ないだけでなく、若い世代に希望を失わせるような社会をつくった大人世代の方が責任重大ではないか、そもそも、同じ問いに対して、大人世代はどのように回答するのかという疑問が浮かび上がった。

そこで、著者は2022年8月に15歳～60歳以上の1185名(男性585名 女性600名)を対象としたインターネット調査(株式会社ジャストシステムによるFastask)により「自分で国や社会を変えることができますか」という先の調査と同じ設問を尋ねてみた。表2は全回答者の結果で、表3は、年代ごとの結果を示す。

表2 設問「自分で国や社会を変えられると思いますか」の結果（全回答者）

自分で国や社会を変えられると思いますか。	全回答者 (%)
「はい」	19.2
「いいえ」	59.4
「わからない」	21.4
合計	100.0

(n=1185)

表3 設問「自分で国や社会を変えられると思いますか」の結果（年代毎）

自分で国や社会を変えられると思いますか。	15歳～19歳	20歳～29歳	30歳～39歳	40歳～49歳	50歳～59歳	60歳以上
「はい」	29.0	29.9	23.5	9.0	10.5	12.8
「いいえ」	48.0	54.2	55.5	65.6	66.5	67.2
「わからない」	23.0	15.9	21.0	25.4	23.0	20.0
合計						
	(n=200)	(n=201)	(n=200)	(n=189)	(n=200)	(n=195)

表2より、全回答者のうち、わずか19.2%が「自分で国や社会を変えられる」と思っており、若い世代に限らず全世代で否定的であることが明らかになった。表3より、「15歳～19歳」が29.0%、「20歳～29歳」が29.9%と、日本財団(2019)の結果に比べて、数値が若干、改善していることに安堵した。また、「40歳～49歳」が9.0%、「50歳～59歳」が10.5%と、社会を中心的に担っている大人世代が「自分で国や社会を変えることができない」と思ってしまうという、大変に興味深く、かつ、さらに頭を悩ませる結果が得られた。

「サステナビリティ (Sustainability)」という用語の連想イメージ

既述の設問「自分で国や社会を変えられると思いますか」と同じインターネット調査（株式会社ジャストシステムによるFastask）の一環で、設問「サステナビリティ (Sustainability)」という言葉に対して、連想する事柄や感情を、思いつくまま、できるだけ多くお書きしてください。」も尋ねた。回答上の留意事項として、1.「サステナビリティ」の日本語訳である「持続可能性」を回答からは除くこと、2.WEBや書籍等で言葉の意味を調べずに、自分の力だけでご回答するように教示した。図8に、「サステナビリティ (Sustainability)」連想イメージに関する頻出語ワードクラウド（EXPLORATORY6.10.5による分析）の結果を示す。図9は、「『サステナビリティ (Sustainability) とは?』という質問に対して、自然に出てくる概念や感情を思いつくまま記述してください。（複数回答可）」という設問を、2022年度に「環境心理学」を履修している学生68名（主として環境システム学科2年生）を対象に尋ねて得られた回答を、同じく頻出語ワードクラウド（EXPLORATORY6.10.5による分析）の結果を示す。



図9 「サステナビリティ (Sustainability)」連想イメージに関する頻出語ワードクラウドによる結果
 回答者：2022「環境心理学」履修者 68 名 (主として環境システム学科2年生)

図8が示すとおり、「サステナビリティ (Sustainability)」という用語に対して連想イメージが全く湧かないということの意味する、「意味不明」、「特になし」という回答が圧倒的に多く、図9の環境システム学科の学生による回答とは対照的に、「サステナビリティ (Sustainability)」に関する一般社会における認知が著しく低いという実態が明らかになった。この結果は、著者の想定を大きく超えるもので大変に驚愕させられるものであった。日頃から環境システム学やサステナビリティ学を専攻する学生や環境関連領域の専門家と接していると、「サステナビリティ」の重要性を何の疑いもなく信じ、持続可能な社会の実現を目指すことを所与の課題と思いつまみであることを心から猛省する機会となった。

世間一般における「サステナビリティ」に対する無関心や理解不足だけでなく、サステナビリティ学自体が未だ学術的に確立しているとは言えず、日本初の「サステナビリティ学科」の旗頭を高々と掲げる我々が、社会から期待される取り組むべきミッションの頂上はとてつもなく高く、身の引き締まる思いが強い。他方、新しい挑戦ということに対して「ワクワク感」が止まらない。新学科での次代の教育コンセプトをふんだんに盛り込んだ実験的な授業を学生も教員と一緒に文字どおり「師弟同行」で取り組み、「サステナビリティ学」の構築と確立をワクワクしながら「半学半教」で果敢に挑んでいきたい。

末筆蛇足ながら、サステナビリティ学科およびサステナビリティ研究所にかかわる教員、研究員の有志で、2023年10月に『キーワードで知るサステナビリティ』(武蔵野大学出版会)を上梓させていただいた。読者諸兄姉にぜひともご高覧を願いたい。

謝辞

本研究の一部は「大学特別研究費(学校法人武蔵野大学)」の助成を受けたものである。ここに記して感謝の意を表す。

引用文献

IUCN (2000). Frits Hesselink, Peter Paul van Kempen, Arjen Wals(eds.) ESDebate: International debate on education for sustainable development, IUCN: International Union for Conservation of Nature. <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2000-034.pdf>

小栗有子 (2005). 持続可能な開発のための教育構想と環境教育～ ESD 論, 朝岡幸彦編著『新しい環境教育の実践』高文堂出版社.

西村仁志 (2007). 「持続可能性に向けての教育」のための地域学習拠点—自然学校における教育実践とのかかわりに着目して—, 同志社政策科学研究, 巻9号, p. 47-62.

日本学術会議 環境学委員会 環境思想・環境教育分科会 (2016). 提言「環境教育の統合的推進に向けて」2016-11-16. <https://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-23-t234.pdf>

日本財団 (2019). 「18歳意識調査」第20回 テーマ:「国や社会に対する意識」(9カ国調査) <https://www.nippon-foundation.or.jp/who/news/pr/2019/20191130-38555.html>

Stockholm Resilience Centre, Stockholm University (2016, June 14) Sustainable Development Goals: The SDGs Wedding Cake. Stockholm Resilience Centre. <https://www.stockholmresilience.org/research/research-news/2016-06-14-the-sdgs-wedding-cake.html>

武蔵野大学サステナビリティ学科 (2023). キーワードで知るサステナビリティ, 武蔵野大学出版会.

村上千里・阿部治 (2004). 資料 2 「持続可能な開発のための教育」推進の視点から見た環境教育推進法, 環境の保全のための意欲の増進及び環境教育の推進に関する基本方針の作成に向けた懇談会（第 3 回）. <https://www.env.go.jp/council/25kyouiku/y250-03.html>

武蔵野大学サステナビリティ研究所紀要投稿・執筆要項

1. 目的

武蔵野大学サステナビリティ研究所紀要（以下「紀要」という）は、武蔵野大学（研究所・大学院を含め以下「本学」という）の教員および大学院学生等の研究成果（以下「論文」という）を年1回公表することを目的とする。

2. 投稿資格

- (1) 紀要に投稿できる者は、①嘱託・客員・非常勤を含む本学教員・研究員ならびに大学院学生・研究生、②本学関係者で紀要編集委員会（以下「委員会」という）が認めた者、③委員会が投稿を依頼した者、とする。なお以上の原則に該当しない場合は、委員会が判断する。
- (2) 前項②の「関係者」とは、大学院を修了・退学した者で本学に提出した修士論文・博士論文に関わる成果を発表しようとする者、および本学の研究活動と密接に関わる成果を発表しようとする者（共同研究の相手方など）、とする。なお、修士論文関連の投稿は論文提出後1年以内、博士論文関連の投稿は論文提出後2年以内に限る。
- (3) 大学院学生・研究生および(1)項②の「関係者」は、事前に指導教員または担当教員の承認を得たうえで、当該教員を通して投稿申し込み、原稿提出、校正刷りの受け渡し等を行う。
- (4) 論文は未公開で和文または英文によるものに限る。なお投稿は1名につき1編とするが、筆頭でない共同執筆者となる場合は複数の投稿を認める場合がある。また筆頭でない共同執筆者の範囲は、論文への相応の貢献が認められる限り、特に制限しない。
- (5) 投稿者は、共著者も含め、投稿論文が電子化され、広く一般に公開されることを前提に、著作権・肖像権等が処理済みであること。

3. 年間スケジュール

- (1) 論文の投稿申し込み期限は毎年7月末日、原稿の提出期限は10月末日とする。
- (2) 紀要の発行は翌年3月とする。

4. 投稿要領

- (1) 電子媒体の原稿と出力イメージの両方を提出する。
- (2) 原稿（和文）はA4判用紙（縦置き）1枚に横書き 43字×38行の印字で16枚以内とする。これには、表題から文献リストまで、本文、図、表、写真、抄録等の一切を含む。英文の場合もこれに準じる。
- (3) 和文原稿の表記には、特別な理由がない限り、常用漢字、現代かなづかい、算用数字を用いる。
- (4) 原稿冒頭に約12行分を確保し、①和文表題、②英文表題、③執筆者氏名（和文表記）、④執筆者氏名（ローマ字 or 英文表記）を記載する。なお、冒頭頁の脚注となる執筆者情報は委員会で編集する。
- (5) 図、表、写真の挿入個所は十分な誌面余裕をもって指示し、これらの原稿は、1件/頁の印刷が可能な形式で別ファイルに格納する。なお、イメージファイルについては十分な精細度を持つものに限る。

5. その他

- (1) 論文は無審査を原則とするが、掲載の適切性に疑義がある場合は、委員会の指示にしたがうこと。
- (2) 校正は2回、委員会を介して実施する。校正時に大幅な変更があった場合は、掲載を拒否できる。
- (3) 抜刷は希望者には白黒印刷で10部までは無料、それ以上の部数またはカラー印刷を希望する場合は費用は著者負担となる。
- (4) 論文の著作権は執筆者に帰属する。ただし、紀要の刊行により公表された論文について、本研究所は成果公表目的の範囲内で複製、翻案、公衆送信、リポジトリ（電子アーカイブシステム）等の権利を保有する。

武蔵野大学サステナビリティ研究所紀要編集委員会

委員長 白鳥 和彦

委員 真名垣 聡

武蔵野大学サステナビリティ研究所紀要 第1号

2024年 2月29日発行

編集 武蔵野大学サステナビリティ研究所紀要編集委員会

発行 武蔵野大学サステナビリティ研究所

〒135-8181 東京都江東区有明 3-3-3

電話 03-5530-7730 (研究支援部学部事務課)

印刷 株式会社創文

〒135-0016 東京都江東区東陽4-11-38

JMFビル東陽町01

電話 03-6634-2573