

愛媛大学社会共創学部紀要

Journal of the Faculty of Collaborative Regional Innovation,
Ehime University

第8巻 第2号 (Vol. 8-2)

2024年9月

 愛媛大学

社会共創学部

Faculty of Collaborative Regional Innovation

目 次

論 説

双方向ラーニング・ワーケーションによる実証的研究（第三弾－完）

－社会課題の解決（カーボンニュートラルの推進）に向けて－

西村 勝志*（産業マネジメント学科）…………… 1

リンク機構を備え往復運動で切断する農業ハサミ

田村 駿（産業イノベーション学科）

小長谷圭志*（産業イノベーション学科）

高橋 学（産業イノベーション学科）

山本 智規（産業イノベーション学科）

八木 秀次（産業イノベーション学科）……………20

農産物の収穫時期における地方公務員の兼業・副業

－愛媛県と山形県の事例から－

竹島久美子*（地域資源マネジメント学科）……………25

フィールドワーク・インターンシップ実践報告

地域に根ざした「ぎょしょく教育」普及推進ツール制作活動の経過と意義

－愛媛県愛南町と社会共創学部の協働による活動をもとに－

若林 良和*（産業イノベーション学科）

仲道 雅輝（教育・学生支援機構）

笠岡 泰然（産業マネジメント学科学生）

内藤 麗（産業マネジメント学科卒業生）

伊井 洸晶（産業イノベーション学科卒業生）

土居さくら子（産業イノベーション学科卒業生）

田村 春奈（産業イノベーション学科卒業生）

室賀 俊一（環境デザイン学科卒業生）

岡本 悠暉（地域資源マネジメント学科卒業生）……………34

論 説

双方向ラーニング・ワーケーションによる実証的研究（第三弾－完）
－社会課題の解決（カーボンニュートラルの推進）に向けて－

西 村 勝 志* (産業マネジメント学科)

*責任著者

An Empirical Study on Interactive Learning Workation (3rd-Final)
－ Towards solving social issues (promoting carbon neutrality) －

Katsushi NISHIMURA * (Industrial Management)

* Corresponding author

キーワード：ワーケーション・カーボンニュートラル・連携協働・中島・持続可能な地域社会
Keywords: Workation, Carbon Neutral, collaboration, Nakajima, Sustainable Local Society

【原稿受付：2024年7月22日 受理・採録決定：2024年8月2日】

要旨

本論文は、前々回（双方向ラーニング・ワーケーションによる実証的研究の第一弾）、前回（その第二弾）の最終編にあたる。第一弾では、ワーケーションの実態を明らかにするとともに、中島で実施することの意義や新たなワーケーションの在り方を究明した。続いて前回の第二弾では、中島ワーケーションを労働環境改善の一手段として捉えることで、働き方改革推進の可能性を模索してきた。そして、今回の第三弾では、中島ワーケーションをビジネスマッチングの場及び社会や地域の課題解決の場（プラットフォーム）として捉えることで、脱炭素化社会に向けたカーボンニュートラル推進の可能性を追究した。そこでの本研究における実証的アプローチとしては、中島ワーケーションを実施する中、まずは、日本におけるカーボンニュートラル推進の背景を探り、カーボンニュートラル推進事業の現状ないし実態を明らかにした。それを踏まえて、脱炭素化社会の必要性を整理するとともに、カーボンニュートラル推進、とりわけ太陽光発電に内在する問題に焦点をあて、その解決策を検討することで、カーボンニュートラル推進の可能性を追究してきた。具体的には、地域企業・金融機関や地方行政を巻き込んで中島ワーケーションを実施する中で、脱炭素化社会を目指すべく、まずは各組織におけるカーボンニュートラル推進への個別問題を共有しながら議論を重ねて解決へと導くワークショップを実施し、参加企業等によるビジネスマッチングを行い、新たなビジネスチャンスの創出を促した結果をまとめたものが、本論文である。また、新たな風を起こして脱炭素化社会を目指すべく、近い将来に地元で働く可能性のある県内大学生にも参加を促している。これにより、これからの産業の担い手である予備軍にもカーボンニュートラル推進の重要性を理解させるとともに、2030年までと言わずその先に続く継続的活動を図る主旨を含んだものとなっている。

— 目 次 —

はじめに

第1章 地球温暖化とカーボンニュートラルの推進

第1節 地球温暖化の定義・原因及び悪影響

第1項 地球温暖化とは

第2項 地球温暖化の原因と異常気象

第3項 その他の多様な悪影響

第2節 脱炭素化社会と各組織体におけるカーボンニュートラルの推進

第1項 脱炭素化社会とは

第2項 日本政府の動き

第3項 各企業の具体的な取組みと課題

第2章 カーボンニュートラル推進に向けた新たな課題とその解決策

第1節 カーボンニュートラルの推進と再生可能エネルギー

第1項 カーボンニュートラル推進の在り方

第2項 再生可能エネルギーの種類とその特質

第3項 太陽光発電設備の現状とパネルの課題

第2節 課題解決策の模索

第1項 廃パネル材のリユース・リサイクル

第2項 アップサイクル製品の事例と課題

第3項 一組織の枠を超えたサプライチェーンマネジメント

おわりに

はじめに

近年、地球温暖化の影響で、ある地域では著しい熱波や乾燥、別の地域では集中豪雨や大型で勢力の強い台風など自然災害が勃発しており、地球環境問題がますます深刻化を増している。一方で、ロシアによるウクライナ侵攻や台湾を巡る中国の動向、加えてパレスチナにおけるガザ地区でイスラエルとハマスの対立が激化するなどで、世界情勢も混沌とするばかりか、経済面では原油高による物価上昇などで世界経済も困窮状態となってきた。また、これまでの新型コロナウイルスが感染症法上の位置づけで2023（令和5）年5月8日よりインフルエンザと同じ「5類」に移行したことを受け、コロナ規制の緩和が広がりを見せるなど、人の動きが活発化してきている。こうした中、経済が優先されることで、地球温暖化の歯止めがかからない状況になることが危惧されている。今こそ、化石燃料から再生可能エネルギーに代えることで、地球温暖化抑制に向けたカーボンニュートラルを推進していく機会と捉えるべきである。

そこで、本論文は、双方向ラーニング中島ワーケーションの実証的研究第三弾とした上で、地球温暖化防止に向けた脱炭素化を図るべく、新たなビジネスの創出とその社会実装を試みるものである。具体的には、地域の異業種間連携による合宿型ワーケーションを活

用して新たな社会課題解決（カーボンニュートラルの推進）へと導くことができないか、その可能性を探ることとした。その場合、地元企業や地方行政を巻き込んで中島ワーケーションを実施し、各社におけるワーケーションに関する個別問題を共有しながら議論を尽くし、参加企業等によるビジネスマッチングを行う形で、新たなビジネスを創出するワークショップを開催することで、社会実装するものである。まずは、第1章第1節第1項で地球温暖化の定義及び現状や将来予測、同第2項で地球温暖化をもたらす原因と異常気象、同第3項でその他の多様な悪影響を明らかにする。

第1章 地球温暖化とカーボンニュートラルの推進

第1節 地球温暖化の定義・原因及び悪影響

今、地球上では、どんなことが起きているのか。現代社会では、様々な問題が発生している。例えば、便利な暮らしを求めるあまり、自動車の排気ガスや工場の排煙、大規模な森林伐採、そして大量のゴミが溢れ、自然が汚れ、多くの動植物などが住みにくい状況が生じている。また、日本では、これまではあまりみられなかった「大型で強い台風」や線状降水帯による激しい集中豪雨などで川が氾濫し、多くの人命が失われ、家屋等も流出している。大気汚染・自然災害・森林火災・生態系の崩壊が生じているということであ

る。その中でも、人類に限らず現在生息しているあらゆる動植物を含めた生物にとって共通した最重要課題の一つに、地球温暖化が挙げられる。

第1項 地球温暖化とは

現在、地球の平均気温は14℃前後とされるが、仮に、大気中に水蒸気・二酸化炭素・メタン・一酸化窒素などの温室効果ガスがなければ、-19℃くらいになるとされている。このように、太陽から地球に降り注ぐ光は、地球の大気を素通りして地表を暖め、そこから放射される熱を温室効果ガスが吸収し、大気を暖めているからである。しかし、これまでの産業活動によって、二酸化炭素(CO₂)のみならずメタン、さらにはフロン類などの温室効果ガスが大量に排出されてきた結果、大気中の濃度が高まったことで、熱の吸収が増え、気温それ自体が上昇してきた。これが、いわゆる地球温暖化である。また現在では、地球沸騰化ともいわれ始めている。

また、気象庁による図表1¹⁾でもわかるように、日本の年平均気温偏差は、2022(令和4)年の日本の平均気温の基準値(1991~2020年の30年平均値)からの偏差は+0.60℃で、1898(明治31)年の統計開始以降、4番目に高い値となっている。日本の年平均気温は、様々な変動を繰り返しながら上昇しており、長期的には100年あたり1.30℃の割合で上昇し、特に1990年代以降、高温となる年が頻出している。

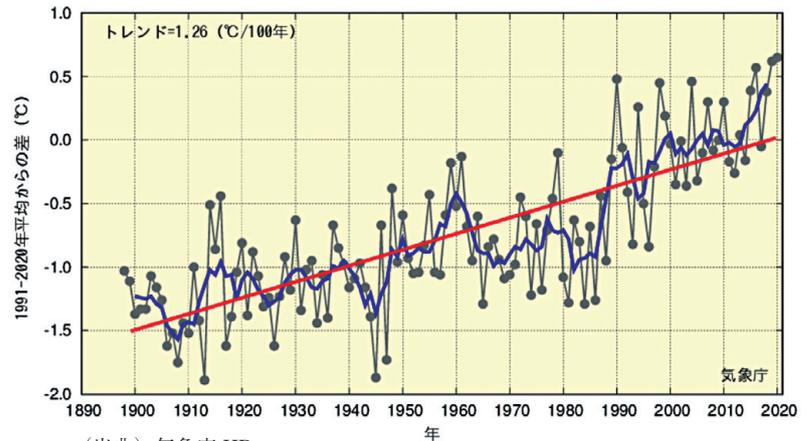
これについては、気候変動について取りまとめたものにIPCC第6次評価報告書²⁾があるが、世界平均気温は工業化前(産業革命前の時代=18世紀の中頃まで)と比較して、2011~2020年で1.09℃上昇している。また、陸域では海面付近よりも1.4~1.7倍の速度で気温が上昇し、北極圏では世界平均の約2倍の速度で気温が上昇するとされている。とりわけ、最近30年の各10年間の世界平均気温は、1850年以降のどの10年間よりも高温となっており、中でも1998年は世界平均気温が、最も高かった年であった。また、2013(平成25)年には2番目に高かった年を記録している。図表2³⁾でもわかるように、地球の気温は、2081年から2100年頃で、最大5.7℃上昇すると予想されている。

第2項 地球温暖化の原因と異常気象

(1) 地球温暖化の原因

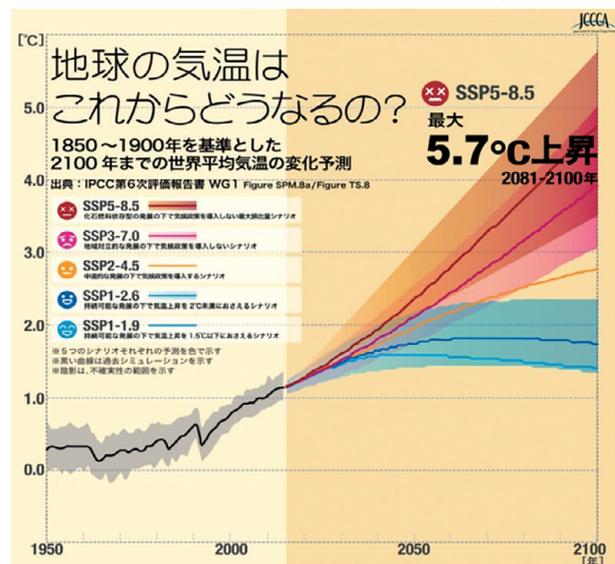
一般に地球温暖化の原因と考えられているものに温室効果ガスが挙げられているが、このガスには、厳密

【図表1】日本の年平均気温偏差



(出典) 気象庁 HP

【図表2】2100年までの世界平均の変化予測 (1950~2100年・観測と予測)



(出典) IPCC 第6次評価報告書

にえば、CO₂・メタン(CH₄)・一酸化二窒素(亜酸化窒素、N₂O)・六フッ化硫黄(SF₆)・パーフルオロカーボン(PFCs)・ハイドロフルオロカーボン(HFCs)・三フッ化窒素(NF₃)が挙げられる。これらの排出源には、化石燃料の燃焼やセメント製造からの排出、畜産における家畜からの排泄や農業用地の土壌(肥料)、半導体製造、金属洗浄等の溶剤、冷蔵庫やエアコン等の冷媒、フッ化物製造からの排出などが挙げられる。もちろん、それぞれ温室効果の能力は異なるが、その発生量からすれば、CO₂は温暖化への影響度が最も大きいガスである。歴史的にみれば、工場が立ち並び、蒸気船や蒸気機関車など交通手段・輸送手段が発達した時代である産業革命以降、化石燃料の使用が増え、その結果として、大気中のCO₂の濃度も増加してきた。工場の排煙のみならず船・機関車

の煙や車の排気ガスから生じる汚染物質で、大気が汚されてきた。こうした大気汚染の物質は、ガス・液体・粒子状の物質などで、ヒトの健康に害があるだけでなく、地球温暖化をもたらすなど地球環境に悪影響を及ぼしている。

なお、地球温暖化によって地球環境にどのような悪影響を及ぼしているかについては、まず気候変動による異常気象が挙げられる。

(2) 異常気象

気象庁によれば、原則として「ある場所（地域）・ある時期（週、月、季節）において30年に1回以下で発生する現象」を異常気象としている⁴⁾。異常気象も、たびたび起これば、表面上は異常気象とは呼べなくなる。異常気象の原因の大半は、西から東に流れる偏西風の蛇行や、台風などの気象の乱れ、エルニーニョ現象といった大気の内外部変動や海洋との相互作用とされてきた。しかし最近では、大気中の温室効果ガス濃度の高まりに伴って地球の平均気温が上昇することで、降雨パターンが変動し、異常気象の発生頻度が高まったとされている。実際、降雨パターンの変化によって、さまざまな影響が出ている。例えば、熱帯地域では台風（ハリケーン・サイクロン）といった熱帯性低気圧が猛威を振るい、中緯度地域では乾燥化が進行し、高緯度地域では洪水や高潮などの被害が多くなっている。

① 乾燥化現象

実は、地球乾燥化をもたらす原因も、温暖化とされている。気温上昇に伴って、降雨量が増加する地域と、減少して乾燥化する地域が生まれている。気温が1.5℃上昇で著しい乾燥化が予測された南米北部や南アフリカでは、2℃上昇になると、さらに降雨量が減少して乾燥化が進むと予想されており、水が大変貴重になるとみられている。

実は「アフリカの角」と呼ばれるアフリカ大陸東部の地域（エチオピア・ソマリア・ケニア・ジブチ・エリトリア）では、2020年10月から続く雨不足により3期連続の干ばつに見舞われ、過去40年で最悪の事態になるとともに、この干ばつのため、農作物が不作となることで、「アフリカの角」に住む550万人以上の子どもたちが栄養失調状態に陥っているといわれている⁵⁾。また、小麦など穀物の輸出大国だったオーストラリアも、深刻な干ばつによって輸出がなかなかできない状態になっている。

② 熱波

熱波もまた、温暖化が原因とされている。アメリ

カでは日最高気温が35℃を越す日が5日以上連続する現象とされているが、一般には、厳密な定義ではなく、普段にない高い気温の日が連続して出現し、それによる影響が顕在化した場合に熱波と呼ばれることが多いとされている⁶⁾。インドでは、2022年の3月中旬から熱波に見舞われており、強弱を繰り返しながらも、5月中旬にかけて長い期間続いていた。またインドでは、モンスーン入りする前の3月から5月にかけては一年で最も暑い時期であるが、近年は一段と厳しい暑さとなっている。2023（翌）年では、猛烈な熱波の影響で一部の地域では最高気温が45℃近くまで上昇し、地元メディアはこれまでに100人以上が死亡したと伝えている。インドの気象当局の発表によると、東部オディシャ州とジャルカンド州で19日、日中の最高気温が44.8℃を記録したほか、北部ウッタルプラデシュ州などでも40℃を超える日が続いている。猛烈な熱波の影響で、熱中症などで死亡する人が相次いでいて、インドのメディアによると、ウッタルプラデシュ州では少なくとも68人の死亡が確認され、400人以上が入院しているといわれている⁷⁾。

このような熱波と干ばつの影響で、電力供給が低下してくるが、半世紀以上ぶりの記録的な熱波と干ばつに見舞われた中国では、長江の一部が干上がってきた。そのため、水不足による水力発電所にとって問題であり、石炭火力発電に回帰すれば、炭素排出を増やすことになる⁸⁾。火力発電は、温暖化の原因であり、負のループと言えよう。

③ 集中豪雨

2022年のパキスタンでは、6月からの豪雨により、大洪水が発生した。降雨量は通常の10倍とされ、また温暖化によって氷河が解けたこともあって、国土の3分の1を水没させる洪水を引き起こした。

【図表3】西日本豪雨2019年7月の大洲市



(出典) ふるさとチョイス災害支援

日本では、集中豪雨など降水量が著しい状況にあり、2019（平成31）年7月に西日本豪雨という大変大きな豪雨があり、図表3⁹⁾のように、愛媛県でも大きな被害にあった。とりわけ、南予地方では、大洲など河川の氾濫や土砂崩れなどの被害が甚大であった。また、近年では、様々な所で大きな雹が降ってきている。温暖化が進めば、雨などが降る場所では増えた分の水蒸気がそのまま雨となり、これまで以上に雨量が増加する一方で、その周りは逆に降りにくくなり、干ばつが生じることになる。

第3項 その他の多様な悪影響

地球温暖化は、前述の異常気象以外にも、海面上昇・森林火災・大気汚染・サンゴの白化現象など各方面に多大な影響を及ぼしている。これらについては、以下に詳細を述べる。

(1) 海面上昇

海面上昇とは、海面の平均水位が高くなる現象である。温暖化を原因とした海面上昇については、ツバルという国が、その事例となる。実は、1901～2010年の間、海面は19cmも上昇しており、今後の地球温暖化に伴い、海水の温度が上昇して熱膨張し、また氷河などが解けることで、2100年までに最大82cm上昇すると予測されており、現実にツバルという国が沈没しかけている。

海面上昇の原因としては、一般に地球温暖化による海洋の熱膨張と氷河・氷柱の融解が挙げられている。温暖化によって海が暖められることで体積が膨れ上がるのが、海の熱膨張である。この熱膨張については、例えば、20℃の海水が1℃上昇すると、その体積は約0.025%膨張し、水深500mで2℃上昇すると、その水位は25cm上昇すると言われている¹⁰⁾。また、氷河も今も徐々に溶け出し、海に注がれて海水量を増しているし、グリーンランドの氷床も一段と溶け出している。例えば、グリーンランド氷床が全て融解すれば、海水面が7m以上上昇するといわれている¹¹⁾。

(2) 森林火災

森林火災については、乾燥化以外にも、気温が上昇すると生じやすくなる。ここでいう森林火災とは、山や森林で広範囲にわたって発生する火災のことを示している。森林火災は、世界中で起こる災害であり、2023年に発生したハワイ・マウイ島山火事（原因：送電インフラからの出火など）のように人為的なものもあるが、自然発火による森林火災は、主な要因として乾燥が挙げられる。乾燥によって落ち葉の水分が失われ、枯れ葉同士が風によって摩擦をすることで火が

起き、周りの枯れ葉や木々に燃え移ることで火災となる。

オーストラリアでは、しばしば大規模な森林火災に見舞われている。過去には、1939年、1983年、2009年に大規模な森林火災が発生し、数十人の死亡者が出た。オーストラリア政府は深刻な森林火災を未然に防ぐ森林管理を実施してきたが、2019～2020年に大規模な森林火災が発生した¹²⁾。異常な高温と乾燥によって火災が発生しやすい状況が続いており、消火活動も難航して犠牲者23人が出るなど被害が拡大した。また、森林に生息する動物たちにも甚大な被害をもたらした。火災で最大8千頭のコアラが犠牲になっていると言われている。ちなみに、コアラの生息数は5万8千匹で、ニューサウスウェールズ州が41%減と最大のマイナスとなったと言われている。

(3) サンゴの白化現象

海水の温度がある限界以上に高くなると、共生が破綻して褐虫藻がサンゴから追い出されて、サンゴのほうは真っ白になってしまうことを白化現象という¹³⁾が、このような白化した状態が続けば、サンゴは共生藻からの光合成生産物を受け取ることができず、壊滅してしまう。また、海の生き物の4分の1はサンゴを棲み家にしており、サンゴが絶滅すると海洋生物の過半数がなくなると言われている。さらに、二酸化炭素を吸収し、熱帯雨林に匹敵するほどの二酸化炭素を体内に留めているとも言われている。したがって、つまり、我々の豊かな食生活のみならず、温室効果ガスを抑制することで地球温暖化防止に貢献していることを意味している。

このように、地球温暖化によって世界に様々な異常気象をもたらし続けるだけでなく、様々な悪影響を及ぼしている。そのことから、地球温暖化は、今地球上で生活しているすべての人類が地球規模で考え行動していかなければならない最重要課題の一つであると言える。そこで次節では、地球温暖化を防止するために脱炭素化社会に向けて何をすべきか、国・地方自治体・企業が一丸となって行うべき取組みについて取り上げることにする。

第2節 脱炭素化社会と各組織体におけるカーボンニュートラルの推進

第1項 脱炭素化社会とは

脱炭素化社会は、地球温暖化を引き起こす温室効果ガスの主な要因である二酸化炭素の排出を実質ゼロにする社会を意味している。ここでいう炭素とはカーボンのことで、元素記号はCで表している。この炭素は、地球上に14番目に多く存在する原子で、地上や海中

には主に炭酸ガスとして、地中には主に岩石・石炭・石油として、そして生物の中にはいろいろな有機物の形で存在している。

一方で、カーボンニュートラルとは、「カーボン＝炭素」と「ニュートラル＝中立・中間」を組み合わせた用語であって、炭素を中立の状態にすることを指している。具体的には、二酸化炭素の排出を実質ゼロにすることを意味しているのので、脱炭素と同義語である。したがって、いずれも、「温室効果ガスの排出をゼロにするのではなく、吸収量を増やし、排出量と吸収量を均衡にさせて結果的にゼロ（＝脱炭素化社会）にする」という考え方を表している。

こうしたカーボンニュートラルを推進するためには、カーボン・オフセットという取組みも求められている。これは、「差し引き勘定をする、相殺する」などの意味を持つ用語であり、企業や自治体などが、自ら排出した二酸化炭素を、森林吸収や他で削減した分で相殺しようとする取組み考え方（ないしその考え方）である。このカーボン・オフセットの特色には、温室効果ガスの排出権であるクレジットというものを導入している点が挙げられる。言い換えれば、クレジットは、温室効果ガスの排出削減量・吸収量を環境価値として捉えるカーボン・クレジットのことであり、森林吸収や再生可能エネルギー等で削減した二酸化炭素量を価値化することで、その分だけ排出権が認められるだけでなく、その権利を売買の対象にも用いることが可能であるとされている。カーボン・オフセットに用いるカーボン・クレジットを信頼性のあるものにするため、国内の排出削減活動や森林整備などによって生じた排出削減・吸収量を認証する国の制度ができています。それがJ-クレジット制度（J-VER）と呼ばれている。それ以外にも、例えば、新潟県や高知県の地方公共団体が主体となって、J-クレジット制度の制度文書に沿って温室効果ガス排出削減・吸収量をクレジットとして認証する「地域版J-クレジット制度」¹⁴⁾の運営を行っている。なお、地域版J-クレジット制度において認証されたJ-クレジットは、国が認証したJ-クレジットと同様にJ-クレジット登録簿で管理されている。

第2項 日本政府の動き

カーボンニュートラルは、いうまでもなく、石炭・石油・天然ガスなどといった炭素を含む自然資源からエネルギーを獲得する際に排出される温室効果ガスを実質的にゼロにする社会づくりのことを指している。これは、2015（平成27）年におけるパリ協定の目標を達成するための重要な要素となっている。

ここでいうパリ協定とは、120カ国以上が世界の平

均気温を産業革命以前と比べて2℃より低く維持し、1.5℃までに抑える努力をすることを共通目標としたものである。地球温暖化を抑制するために必要なことは、その原因である温室効果ガスの削減である。温室効果ガスには、すでに述べたように、地球環境温暖化の大きな要因とされていた二酸化炭素に加え、メタンや一酸化二窒素、六ッ化硫黄なども含まれている。日本におけるカーボンニュートラルの推進活動は、これらすべてを実質的に排出ゼロとなる社会を目指している。

2019（令和元）年12月20日、当時の安倍晋三内閣総理大臣が官邸において第8回持続可能な開発目標（SDGs）推進本部会合を開催した。その会議では、SDGs実施指針改定、SDGsアクションプラン2020、及び第3回ジャパンSDGsアワード受賞団体について議論がなされた。

当時の安倍内閣総理大臣は、本日の議論を踏まえ、同年6月のG20大阪サミットでは、議長国として、海洋プラスチックゴミに関する大阪ブルー・オーシャン・ビジョンを始めとした、様々なイニシアティブを打ち出し、G20（金融・世界経済に関する首脳会合）を主導した。一方で、同年9月にニューヨークで開催されたSDGサミットでは、SDGsの進捗状況に遅れがみられる現状を顧みて、強い危機感が共有された。日本国内においても、東日本豪雨など自然災害が相次いだ時であった。こうした災害での課題や教訓を活かし、防災先進国として国土強靱化のいっそうの推進を図らなければならない状況であった。SDGsを原動力とした地方創生の御旗を掲げ、地方経済を支える中小企業によるSDGsの取組みをいっそう推進し、SDGsの活力を全国に行き渡らせることを重要視した。こうした国内外の情勢を踏まえ、SDGs推進の中長期的な国家戦略であるSDGs実施指針を3年ぶりに改定するとともに、SDGs達成に向けた国を挙げた具体的な取組みをまとめたSDGsアクションプラン2020も策定した。

そして、2020（令和2）年10月には、当時の菅義偉内閣総理大臣が「2050年までに、温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする、すなわち2050年カーボンニュートラル、脱炭素化社会の実現を目指す」ことを所信表明演説で宣言した。また、この思考の下になったのがパリ協定であり、地球規模の気候変動問題を解決するため、世界共通の長期的な目標として、世界的な平均気温上昇を産業革命以前に比べて2℃より十分低く保つとともに、1.5℃に抑える努力を追求すること（2℃目標）、そして、今世紀後半に温室効果ガスの人為的な発生源による排出量と吸収源による除去量との間の均衡を達成することなどが合意された。

第3項 各企業の具体的な取組みと課題

本項では、各企業がカーボンニュートラルを推進するために、どのような取組みを行っているかに焦点をあてることにする。様々な企業が加盟して環境問題に取り組んでいる企業連合は、国際的イニシアティブ¹⁵⁾と呼ばれ、加盟企業がそれぞれリーダーシップを発揮し、実際に脱炭素化社会を目指しながら目標達成に必要とされる政策を打ち出し、市場の後押しをしている。また、企業の具体的な取組みには、以下のことが挙げられよう。

(1) 具体的な取組みとは

① EP100 (Energy Productivity100%) への参加

EP100とは、2016年4月に発足した国際的イニシアティブであって、無駄な温室効果ガスを出さないように、省エネ効率を50%改善といった事業のエネルギー効率向上を目指す企業が参加している取組みである。ここでいうEP (Energy Productivity) とは、エネルギー生産性を指しており、算式で示すと、経済生産高をエネルギー消費量で除した数値であり、エネルギー効率を意味している。エネルギー生産性が重要視される理由は、単に節電のような電気の利用時間を減らすという考えではなく、エネルギーの効率的な利用を目指すことで、根本的にエネルギー消費の問題を解決しようとするところにある。この取組みには、ビル全体として消費エネルギーを差引いてゼロにする建物の導入なども目指している。こうしたビルは、一般に、ZEB (Net Zero Energy Building) と呼ばれている。

EP100への参加日本企業には、大和ハウス工業株式会社・日本電信電話株式会社 (NTT)・大東建設株式会社・オムロン株式会社・H & M (2023年3月時点) が挙げられる。各企業が参加するためには、エネルギー効率2倍 (2005年対比で、2030年までに2倍にすること) や、EMSの導入 (10年以内にエネルギーマネジメントシステムを構築すること)、そして、ZEBの所有 (2030年までに達成すること) といった、これら3つを達成することを公約に掲げなければならない。

② RE100 (100% Renewable Electricity) への参加

RE100とは、2014年9月に発足した国際的イニシアティブであって、事業を運営していくのに必要な電力を100%再生可能エネルギーで賄うことを目指している取組みである。公的機関としては、2018年6月に日本の環境省が世界で初めてアンバサダーとして参画している。再生可能エネルギーでの賄い方としては、自社の施設で再生可能エネルギー電力

を発電し、事業運営を行う方法と、発電事業者から再生可能エネルギーで発電された電力を市場で購入する方法が挙げられる。

RE100への参加日本企業には、リコー株式会社・積水ハウス株式会社・ソニー株式会社・イオン株式会社・アスクル株式会社・富士通株式会社など66社 (2022年3月現在) であり、建設業・電気機器・小売業などが多い。各企業が参加するためには、エネルギー使用量の測定・評価・最適化、エネルギー効率に関する公約を明確に定義し、その達成に向けて努力すること、そして毎年、進捗状況を報告し、開示することを公約に掲げていなければならない。

③ EV100 (Electric Vehicles 100%)

EV100とは、2017年9月に発足した国際的イニシアティブであって、2030年までに企業が使用する車を全て電気自動車に変えていくことを目指している取組みである。とりわけ、輸送部門では多くの車両を使用しており、温室効果ガスを排出するガソリン車に代わって電気自動車を活用することで、脱炭素化社会を目指すというものである。

参加日本企業には、イオンモール株式会社・アスクル株式会社・日本電信電話株式会社 (NTT)・東京電力ホールディングス株式会社・株式会社高島屋・株式会社関電工・ニチコン株式会社が挙げられる。各企業が参加するためには、全車両を電化することや、サービス契約にEVの要件を盛り込むこと、またEV充電器を全事業所に設置し、従業員のEV利用を支援すること、さらにお客様のEV利用を支援するためのEV充電器を全事業所に設置することを2030年までに達成することを公約に掲げなければならない。

(2) コストと危機意識の両面における課題

前述のとおり、多くの日本企業が国際的イニシアティブに加盟し、目標達成に向けて努力をしてきているが、当初は、日本企業は国際的イニシアティブに加盟しておらず、2017 (平成29) 年4月に、ようやくRE100に加盟したところである。現在はEP100・RE100及びEV100に参加している企業数は70を超え、これからも続々と参加企業が増加する見込みであり、脱炭素化社会へ向けて多くの取組みがなされるであろう。これらの取組みに日本企業が参加してアクションを起こすことで、各企業にとってのメリットは、エネルギー効率向上による排ガス削減のみならず、当然ながらコスト削減や経済的便益に寄与できる点が挙げられよう。また、我々の生活や働き方にもプラスの大きな影響を及ぼすであろう新技術の発展や革新に繋がる

ことから、イノベーションの加速化が期待できよう。さらに、ESG投資の面から見れば、イニシアティブへの参加それ自体が世界的な投資判断基準であることから、日本国内のみならず海外からの資金調達も期待できよう。

しかし、すべてが順調に進んでいるわけではない。というのも、これらの国際的イニシアティブが掲げる目標を果たそうとするには、それなりにコストがかかるからである。もちろん、温室効果ガスを削減することは、無駄を排除することに繋がり、コスト削減という結果をもたらすが、そのためには初期的投資が不可欠である。さらに、日本はSDGs達成度ランキング2023(令和5)年では21位¹⁶⁾と、2017(平成29)年の11位をピークに年々ランクを下げており、環境問題に対しての危機意識を今後も引き上げていく必要がある。また、我々一人ひとりが環境問題についてよく考え、企業や政策に対して声をあげていくことが求められる。

第2章 カーボンニュートラル推進に向けた新たな課題とその解決策

本章では、カーボンニュートラルの推進をどのように果たすべきか、そして再生可能エネルギーの種類と特徴とは何か、その利活用についても取り上げるとともに、これらのうち、とりわけ太陽光発電に注目し、これから将来において生じる新たな課題を浮き彫りにし、その解決策を提案したい。

第1節 カーボンニュートラルの推進と再生可能エネルギー

第1項 カーボンニュートラル推進の在り方

自社独自でカーボンニュートラルを推進しようとする場合、その在り方ないし推進プロセスとしては、以下の図表4で示すように、5段階に分けて展開することが望ましい。

【図表4】カーボンニュートラル推進の在り方

自社の現状把握	
①	自社の置かれている現状を把握することで、自社独自の課題を見出すこと
自社による削減対策・目標(GPI)の設定	
②	自社の現状把握並びにエネルギー削減対象を明確にした上で、削減対策と削減目標を設定すること
自社による削減対策の実施	
③	削減目標を設定したら、速やかに削減対策を実行に移すこと
自社による結果の把握・分析	
④	当初設定した目標を達成すべく、エネルギー使用量やコストについて点検を行うこと
外部への公表と見直し検討	
⑤	削減目標達成に取組予定期間を迎えたら、期間中の実績を振り返りながら、目標達成度の確認・報告を行うこと

①自社の現状把握

まずは、カーボンニュートラルを推進するにあたって、自社の置かれている現状を把握することで、自社独自の課題を抽出することが必要である。そこで、電気・ガス・化石燃料の使用量について請求書を調査し、自社の経営がどれだけのエネルギーを使用しているか、環境への影響を与えているかを認識することができる。そこで、調査したエネルギーやコストのデータを使用して、自社の月々の変化や年度による変化を的確に把握する。具体的には、増減変化や使用量・コストが高騰している理由を調査する。また、同業他社と比較して大きな違いがないか、確認する。

②自社による削減対策・目標(GPI)の設定

次に、自社で削減対策・目標を設定することである。自社の現状把握並びにエネルギー削減対象を明確にした上で、削減対策と削減目標を設定する必要がある。というのも、エネルギー利用効率の改善は、環境対策だけではなく企業の利益改善にも効果が期待できるからである。さらに、チェックリストで情報を収集し、それを基に、「電気を前年比15%削減」「都市ガスを前年比10%削減」といった具体的な目標を設定する必要がある。

③自社による削減対策の実施

さらに、削減目標を設定したら、速やかに削減対策を実行に移すことである。環境省によれば、目標達成の確度を高めるためには、まずは、代表取締役(トップマネジメント)が省エネの進み具合に大きな関心を持つことである。また、特別なことではなく、日常業務として繰り返し実行することである。もちろん、組織の構成員に目標・実績・効果をわかりやすく共有し、一人だけに任せることなくチーム全体で行い、責任者や担当者がいない場所・設備をつくらないことである。さらに、ルール通りにできていなければ、すぐに仲間同士で声がけをし、現場で工夫・知恵を出し合い、行動することである。加えて、他社事例・省エネ診断・補助金を活用することが重要である¹⁷⁾。

④自社による結果の把握・分析

加えて、当初設定した目標を達成すべく、エネルギー使用量やコストについて点検を行うことである。例えば、環境省から配布されている「エネルギー管理表」の様式を利用することで、数値の把握・分析をスムーズに行うことが可能であろう。また、点検を行う際には、まずは、年次推移や月次推移(季節も考慮)で大きな増減がないか確認し、実施してきた対策・施策の効果を測定する。また、大きな変化がみられる部分は、異常性の有無を確認しながら詳しく調査する。予定通りでない場合や問題を発見した場合は、改善策を検討・実施する。以上のことに留意する必要がある。

⑤外部への公表と見直し検討

付け加えて、削減目標達成に取組予定期間を迎えたら、期間中の実績を振り返りながら、目標達成度の確認・報告を行うべきである。振り返りとして、達成できた部分とできていない部分を明確にし、自社の取組実績として様々な媒体で発信する。また、実績を基にして、今後に向けた新たな目標や取組みについての検討も行う。

以上が、自社で独自にカーボンニュートラルを推進しようとする場合の流れである。ただ、化石燃料に代わる再生可能エネルギーを選択する場合には、どの再生可能エネルギーが自社に最適なのか、あるいは組み合わせを判断しなければならない。そこで、次項では、まず再生可能エネルギーの種類やその特徴を把握し、カーボンニュートラルの推進において、最も導入しやすく、効果的な再生可能エネルギーとはなにか、について検討したい。

第2項 再生可能エネルギーの種類とその特徴

再生可能エネルギーは、石油や石炭、天然ガスなどの限りがある化石燃料でなく、太陽光や風、バイオマス燃料などをエネルギー源とするエネルギーである。どこにでも存在していて枯渇しない資源で、なおかつ温室効果ガスの排出がない(または増加させない)のが大きな特徴となっている。また、採れる場所が限られる化石燃料とは異なり、再生可能エネルギーは自然のエネルギーを利用するため、海外からの輸入に頼ることなく国内での生産も可能である。その意味で、再生可能エネルギーは、世界が掲げている脱炭素化社会に向けて貢献できるエネルギーとして大きな意義を有している。再生可能エネルギーの種類やその特徴については、以下のとおりである。

(1) 太陽光発電

太陽光発電は、その名のとおり太陽の光を使った発電方法である。太陽光発電に使われるシリコン半導体には、光が当たると電気が発生する特性がある。この特性を利用して電気を作っているのが、太陽光発電である。日本では、とりわけ導入量が増えている発電方法で、2018(平成30)年の導入実績によれば、太陽光発電容量は中国やアメリカに次いで3番目の多さとなっている。また、2020(令和2)年の日本の太陽光発電は、全発電電力量の8.5%である¹⁸⁾。このメリットは、エネルギー源は太陽の光なので、基本的に設置する場所に制限がない点が挙げられる。屋根や壁などのデッドスペースへの設置も可能である。また、送電設備のない場所での電源や非常用電源としても使用可

能である。他の再生可能エネルギーと比較して、個人家庭レベルでも一企業レベルでも導入しやすい面がある。しかし、デメリットは、エネルギーの発電には太陽光が必要なため、天候に左右されやすく、設置の地理的位置ないし場所によっては、安定した電力の供給には問題が生じる場合もある。日中のみの発電となり、夜間の時間帯では難がある。さらに、初期的投資費用は少しずつ下がっているものの、もっと普及させるためにはさらなる低コスト化が求められる。

(2) 風力発電

風力発電機には「ブレード」という羽がついていて、そこに風が当たることによって回転し、そのエネルギーを電気へと変換する仕組みである。日本国内の導入は欧米の国に比べると遅れているものの、2000年以降は着実に増えている。2020(令和2)年の日本の風力発電量は、全発電電力量の0.86%である¹⁹⁾。

メリットは、陸上でも洋上でも発電できる。風があれば夜間でも発電が可能。大規模な運用ができれば発電コストを抑えられる。(火力発電並み)風のエネルギーは効率性が高く、電気エネルギーへの変換率が良いことである。しかし、風力発電は風に左右されるため、太陽光発電と同じく安定的に供給するという面では弱さが出る。また、大規模で行えばコストを抑えられるが、日本での発電コストは高止まりしているのが現状であるため、個人はもちろんのこと、一企業レベルでも導入がなかなか難しい。

(3) 水力発電

水力発電は、水を高いところから低いところへ向けて勢いよく流し、そこに設置してある水車を回転させることによって発電している。日本は水資源に恵まれているので、水力発電は昔から盛んに行われてきた。国内のみで賄える貴重なエネルギー源で、ダムでの大規模な発電だけでなく、河川や農業用水などを利用した中小規模の発電も含めて、幅広い規模で行われている。2020(令和2)年の日本の水力発電は、全発電電力量の7.8%である²⁰⁾。

メリットは、天候や気候などの自然条件に関わらず、安定したエネルギーの供給が可能である。一度発電所を設置すれば、長期スパンでの稼働ができる。歴史のある発電方法なので、技術やノウハウが充実している。しかし、デメリットについては、水力発電には、初期投資費用がかかることが大きなネックとなっている。また、投資額の回収にそれなりの期間がかかるため、なかなか運用を始められないというケースも多い。また、ダム式などの大型水力発電は、環境への影響なども調査が必要となり、地域や地元住民の理解

も必要である。

(4) バイオマス発電

バイオマスとは、化石燃料以外の、動植物などから生まれた再生可能資源を指している。バイオマス発電は、そのバイオマス燃料を燃やして熱せられた蒸気でタービンを回すことで発電する方法である。太陽光発電などと違い天候に左右されず、燃料さえあれば安定して電気を供給できる発電方法として注目されている。2020（令和2）年の日本のバイオマス発電は、全発電電力量の2.9%である²¹⁾。

メリットは、廃棄物を燃料にできるため、廃棄物の減少や再利用に貢献し、循環型社会を推し進められる。木材や家畜の糞尿などが燃料となるため、国内で捻出しながら燃料不足になりにくく安定供給が可能である。しかし、デメリットは、火力発電の一種のため二酸化炭素排出はあるが、燃料となるバイオマスが燃焼時に排出する二酸化炭素と同量の二酸化炭素を吸収しているため、大気中の二酸化炭素量を増やすことにならない。バイオマス燃料は、資源が広い地域に分散している。そのため、収集や運搬、管理にコストがかかる点が挙げられる。

(5) 地熱発電

地熱発電は、地下のマグマを熱源とした発電方法である。マグマは地下1,000～3,000 mに存在し、地上で降った雨や雪がマグマ層まで浸透するとマグマの熱で蒸気となりその場に留まっている。この高温の蒸気を掘り出して、タービンを回すことで発電するのが一般的な方法である。フラッシュ方式とバイナリ方式の2種類の発電方法があり、用途に合わせて使い分けられている。2020（令和2）年の日本の地熱発電は、全発電電力量の0.3%である²²⁾。

メリットは、発電に使う高温の蒸気や熱水を、地域の暖房などに再利用できる。時間にとらわれずに発電でき、途切れることなく供給が可能である。しかし、デメリットは、地熱発電が行える場所は、温泉や公園などの施設と重なることから、地域との調整が必要である。また、初期的投資費用は大きく、発電設備を設置するにあたっての調査や開発がなかなか進んでいない点が挙げられる。

以上のことから、各種の発電指数や初期投資費用を比較すれば、初期投資にそれほど資金がかからず、個人家庭や一企業でも最も容易に導入しやすく、CO₂の抑制効果が得られやすいのは、太陽光発電であると言える。そこで次に、太陽光発電の導入を推進するために、太陽光発電の現状と今後の課題について取り上げる。

第3項 太陽光発電設備の現状とパネルの課題

前述のような再生可能エネルギーに関して、2030年度のエネルギーミックスでは、3,360～3,530億kWhの再エネ導入が目指されている²³⁾。太陽光発電のみでなく風力発電の導入や、新築住宅のZEH²⁴⁾の導入の強化など、再エネ導入の最大化と同時に、安全面の不安や環境への影響を最小化する政策を進めている。

しかし一方で、太陽光発電は、景観や環境への影響等をめぐる地元とのトラブルや調整における課題や、災害に起因した被害の発生に対する安全面の不安が顕在化している。また、地域住民の反対運動もあって、自治体においては、一定規模以上の開発に対して届出等を義務付ける等の条例を定める動きが出てきている。また、パネルの劣化や今後廃棄される廃パネル量についても懸念されている。そこで、本項では、太陽光発電設備の現状と発電パネルに関する課題について取り上げる。

(1) 太陽光発電設備の設置場所について

①太陽光発電設備の景観破壊

ここでの太陽光発電設備は、一般家庭レベルのパネルではなく、大規模太陽光発電設備であるメガソーラーを想定している。そのための太陽光発電設備は、広大な土地を確保しなければならず、簡単に設置できるわけではない。これまでも、幾つもの裁判が行われてきた。例えば、筑波山メガソーラー裁判では、茨城県が、太陽光パネルの設置が国定公園である筑波山麓の風景・眺望を損なうとして、主に景観保護を理由に、自然公園法上の開発行為を不許可としたため、事業者が訴訟を提起した事件であり、この裁判では、第1審の水戸地裁、控訴審の東京高裁いずれも、県の不許可処分が違法であったとして、開発行為を許可する義務があると判断したとされている²⁵⁾。

また、群馬県高崎市では、「高崎観音」として知られる「白衣観音」近くの観音山丘陵でメガソーラー建設が計画されたが、計画地は地元で「遠足の聖地」と呼ばれ、曼殊沙華の群生地として知られる「巾着田」からよく見える丘の林地であったことから、大騒ぎになった²⁶⁾。埼玉県日高市では、2019（令和元）年8月、「太陽光発電設備の適正な設置等に関する条例」を公布・施行されたことで、事業者は届け出を行い、市長の同意を得なければならなくなり、容易に設置できなくなったのである²⁷⁾。群馬県高崎市と埼玉県日高市の条例はいずれも、地元が誇る景観がメガソーラーにより損なわれることを阻止したい、との住民の思いがベースになっている。

こうしたことから、メガソーラーを設置する場合には、景観に重々配慮した上での計画を策定し、実施前には地元住民に対する丁寧な説明を行うとともに、地方行政の条例に抵触しないよう十分な準備検討を重ねておく必要がある。もちろん、地方行政の長たる市長などの理解と承諾を取り付けることも不可欠であろう。

②パネル設置のための森林伐採と自然災害

メガソーラーの設置場所によっては、森林伐採やそれによる生物多様性の喪失といった環境面での問題も招きかねない。例えば、数ヘクタールのスペースを確保すべく、森林の伐採規模も大きくなるのは当然である。森林伐採によって、本来の森林が有する保水機能は低下し、土壌の安定性は失われる。近年の集中豪雨など雨量が多くなれば、土砂崩れなどの自然災害も発生しやすくなる。一方で、こうした土壌の安定性が低い土地の相場はもともと低いことから、太陽光発電設備の設置コストを抑制するために用いられる悪循環となりやすいのである。大規模なスペースを必要とすれば、なおさらである。実際に、2020（令和2）年6月に運転を開始した埼玉県嵐山町のメガソーラーが、同年10月に数日間にわたる大雨の後、パネル9,779枚を敷き詰めた事業地の南側斜面が崩落した事実もある²⁸⁾。これだけでなく、いったん土砂崩れが生じれば、メガソーラーは崩壊しやすいことから、発電エネルギーが使用できず、人的災害となる可能性がある点に注意しなければならない。自然災害は集中豪雨だけではなく、地震なども含まれる。地盤の緩い土地であれば、地震による振動や地割れ・地滑りが生じ、発電効率が著しく低下ないし設備そのものが損壊する恐れもある。海に近ければ、津波による水没などの影響を受けることもあり得る。したがって、防災対策も不可欠で、自然災害による保険加入も考慮する必要がある、却ってコスト負担増となり得よう。

このように、太陽光発電設備をどこに設置すべきかについては、景観問題に関する自治体の規制を受けることもあり、また自然災害問題もあることから、より慎重に検討しなければならない。近年では、バブル時代に設置されたゴルフ場跡地や開発途上の放棄地などが候補地になる場合が多いが、地域住民への説明と理解を丁寧に行う必要であり、長崎県佐世保市宇九島や奈良県五條市などのように、地域住民から思わぬ反発を買うこともある。

(2) 太陽光発電パネルについて

①太陽光発電パネルの耐用年数等

太陽光発電システムは、太陽電池により蓄電した電力をパワーコンディショナーによって増幅して配電するシステムを指しているが、この太陽光発電は、半永久的に使用可能とは言えず、耐用年数がある。そして、これには、法定耐用年数と実際に使用可能な期間としての物理的耐用年数と分けられる。全社の法定耐用年数については、「減価償却資産の耐用年数等に関する省令 別表第2」によれば、「31 電気業用設備」の「その他の設備」の「主として金属製のもの」に該当し、耐用年数は17年と定められている。しかし、「電気業用設備」という場合には、売電目的の太陽光発電設備であり、自家消費型では取り扱いが異なっている。

自家消費型の太陽光発電では、導入した事業所や工場などで最終的に何を生産しているかによって耐用年数が異なっている。例えば、国税庁は自動車製造業を営む法人が自社の工場内で自動車製造設備を稼働するために導入した太陽光発電システムは、「減価償却資産の耐用年数等に関する省令 別表第2」の「23 輸送用機械器具製造業用設備」に該当し、耐用年数は9年としている。その理由として、「その設備から生じる最終製品（電気）を専ら用いて他の最終製品（自動車）が生産されている」点が挙げられる。この国税庁の判断に基づけば、最終製品が農業用設備であれば、「25 農業用設備」に該当し耐用年数は7年ということになる²⁹⁾。

一方で、後者の実際に使用可能な期間としての物理的耐用年数については、まだまだ太陽光発電の歴史が浅いために、明確な資料が出てきているわけではないとしても、一般には20年から30年と言われている。設置の地理的位置ないし場所やメンテナンスの頻度やパネルの種類にもよるが、30年以上変わらず発電し続けている事例もある。また現在では、京セラの太陽光パネルとしては、設置から36年目以降も稼働している事例もある³⁰⁾。

設備やメンテナンスの技術が向上すると、さらなる長寿命へと繋がる可能性はある。とはいえ、半永久的に使用可能というわけではないので、いずれは使用停止及び廃棄・除却しなければならない。事例としては、佐倉ソーラーエネルギーセンターに設置された太陽光パネルは、1984（昭和59）年から30年以上稼働を続けている（2019年12月時点）。公園やセンターの敷地内に設置したシステムも、1990年代から25年以上の稼働記録を更新している事例である。さらなる事例としては、奈良県の壺阪寺に設置された太陽光パネルは、1983（昭和58）年か

ら継続的に安定して稼働している。設置から28年が経過した2011（平成23）年の試験でも劣化はほとんど見られなかった。2016（平成28）年3月時点では、主流とされる太陽光パネルの国内最長寿を誇る事例である。

この耐用年数以外にも、太陽光パネルの特性としては熱に弱いとされ、気温25℃を超えると発電効率が下がることから、夏場には東北地方や北海道などが最適とされる。逆に冬場では、積雪量が多く、日照時間が少なくなる傾向にあるので、パネルの設置角度を調整する、あるいは豪雪に備えて設置位置を高くするなど工夫が必要である。そう考えれば、やはり、日照時間や天候に有利な岡山県などが最適となる。ただし、夏場には35℃以上になる日も多く、冷却水を撒く必要性が生じる。そのため、高熱に強い太陽光発電設備や冷却散水設備など開発も急ピッチで進める必要がある。

②太陽光発電のパネル劣化

太陽光発電のパネルについては、もちろんメーカーによる当該品質にもよるが、今後どのようなことを原因で、どの部分が劣化するのか。メンテナンスの頻度だけではなく、設置の地理的位置ないし場所によっても経年劣化率は異なると考えられるが、メーカーの保証内容や保証期間も重要なポイントとなるので、ここでは経年劣化に繋がる原因と具体的な保証内容等について取り上げる。

【ホットスポット】

太陽光パネルを劣化させる原因として、ホットスポットが挙げられる。このホットスポットは、電気回路や配線の不備、ガラス表面の汚れ、太陽光パネルのひび割れ、周囲の建物や木の影などによって、太陽光パネルに熱が生じ、発電量を減少させるだけでなく火災を引き起こすリスクもある。太陽光パネルのトラブルで見受けられる多くのケースがこれである。したがって、長期間稼働するうえで注意しなければならない。対策としては、定期的なメンテナンスを行うとともに、日々の発電量をチェックすることで、正常に発電できているかどうかを確認することが重要である。

【層間剥離】

太陽光パネルは、ガラスやシートなど複数の層によって形成されている。太陽光パネルに水蒸気のような粒子の小さい水分が入り込めば、樹脂が劣化し、空気や水分が侵入することで層間剥離が生じる。天候などの条件によっては、発生しやすいエリアもある。

剥離した部分は太陽光からの発電ができず、また

白く変色し、剥離していない部分の発電効率を下げる可能性もある。ホットスポットに比べるとリスクは低いですが、発生すると劣化を助長しやすい現象である。早期に発見した場合には、太陽光パネルを交換してもらうことが重要である。

【パワーコンディショナーの設置場所とメンテナンス】

パワーコンディショナーの設置場所は、室内外を問わず、設置場所の湿度にも注意しなければならない。湿度が高い場所では、部品のサビによって劣化が進むリスクを高める。太陽光パネルで発電した電気を利用するためには、パワーコンディショナーが欠かせないが、このパワーコンディショナーは、太陽光によって発電された直流の電気を交流に変換したり、電圧を一定に保つたりするための重要な装置であり、太陽光パネルに比べると短命と言われている。エアコンや冷蔵庫などの電化製品よりは長もちしやすい機器ではあるが、パワーコンディショナーの寿命は、太陽光パネルより短く、10年から15年程度とみられている。不備が生じたまま使い続けた場合、正常に稼働せず電気として利用できないかも可能性があり、長期にわたって使用するためには、日々の手入れや定期的なチェックなどメンテナンスが重要である。とりわけ、パワーコンディショナーの換気用フィルターについては、目詰まりに注意が必要である。このフィルターは小さなゴミの侵入を防ぐ重要なパーツでもあるので、フィルターの清掃を怠ると、換気効率が低下して劣化の原因になりかねない。

以上のように、地理的位置ないし場所やメンテナンスの有無や回数によって、寿命が異なるので、注意しなければならない。

【塩風・積雪・火山灰・PM2.5】

太陽光発電に関係する設備は、様々な要因で劣化するが、とりわけ、塩害・積雪といった環境要因が挙げられる。島嶼部など海岸から比較的近い場所に太陽光パネルを設置した場合、塩分を含んだ風が太陽光パネルの劣化を助長する可能性がある。北海道をはじめとする豪雪地帯は、雪がもたらす影響も把握しなければならない。太陽光パネルの上に雪が積もれば、発電効率が下がるだけでなく故障リスクも高まる。同様に、火山灰やPM2.5などもリスクとなりやすいので、こまめな点検が必要である。

点検については、もちろん、災害が生じた場合にも臨時的に点検が必要であるが、定期的な点検は長期利用を実現する上では不可欠であり、普段目につかない部品の故障や劣化も発見しやすくなるメリットがある。また、ホットスポット現象や層間剥離などの進行を防ぐ効果も期待できる。さらに、発電量

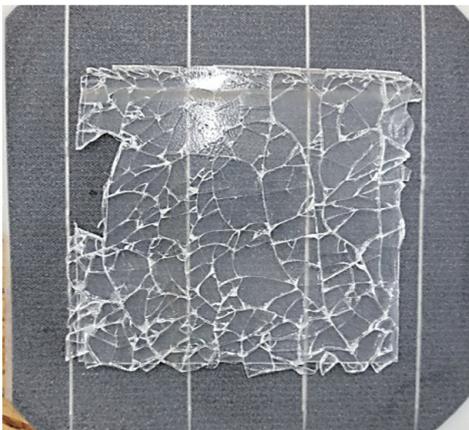
を定期的にチェックすることで、効率性が低下した場合の原因把握が容易になる。保守点検自体は、「再生可能エネルギーの固定価格買取制度（改正FIT法）」や「電気事業法（電気事業法執行規則第53条第2項5号）」で義務化されており、ガイドライン³¹⁾に沿って行うメーカーが多い。不具合の発見が早ければ早いほど、その分だけ経済的負担も軽減できる可能性が高いと言える。

③今後におけるパネル廃材の廃棄量について

カーボンニュートラルの実現に向けては、太陽光をはじめ、水力・風力・バイオマスを駆使したり、LNG・水素・アンモニアなどあらゆる発電を駆使しなければならない。しかし、少なくとも2030年度までの電源構成は、総合的な視点からは、太陽光発電が中心となる重要なエネルギー源となろう。太陽光パネルの寿命は20年から30年とも言われ、当該パネル廃棄量は、朝日新聞³²⁾によれば、20年の年間3千トンから25年には同6千トンに倍増、さらに35～37年頃に同17万～28万トンに達するとみられている。とりわけ、図表5のようなパネル廃ガラスカレットが問題の中心となる。

これも、大きな懸案事項となっている。筆者は、この点を重視して、2023（令和5）年の初めに、「持続可能な道後温泉協議会」に愛媛大学理工学研究科武部博倫教授³³⁾を紹介し、4月から新たな試作品開発に取り組みだしたところである。今後は、主に太陽光パネルの3Rに取り組んでいる企業との連携協力を仰ぎ、再生資源の用途をさらに広げていき、社会実装できるようにワーケーションを活用している。気候危機は、再生可能エネルギーだけの問題でなく物価上昇に至るように、単には解決できない、厄介な問題である。

【図表5】太陽光パネル廃ガラスカレット



(出所) 武部教授より資料提供

そのため、直接に脱炭素化を図ることも大切であるとともに、脱炭素化を推進していきけるような環境づくりも不可欠であるとして、こういった点も含めて、解決にあたって積極的に進めていく必要がある。

第2節 課題解決策の模索

近年、持続可能な開発目標「SDGs」が注目されているが、前述のような太陽光廃パネル材など現状のゴミ処理技術や受入体制や今後の予想廃棄量では、持続可能性は全く期待できるものではない。大量生産・大量消費が引き起こすゴミ問題や環境問題を解決し、SDGsの目標を達成するためには、循環型社会を実現することが不可欠である。

そこで、一つには、廃パネル材そのものをそのままリユース・リサイクルをすることが考えられる。これについては、第1項で取り上げる。また一つには、ゴミの発生と新しい資源の利用を抑え、環境負荷を軽減できる方法としてリサイクルが注目される。具体的には、アップサイクル化が挙げられる。再生可能エネルギーとして期待される太陽光パネルでも、近い将来において大量の廃パネルが生じることは明らかであり、そのためには廃パネルの汎用性を高め、アップサイクル商品化を考えなければならないことはいうまでもない。そこで、本節第2項では、廃パネルを駆使した新たな製品製造方法を検討することで、アップサイクル商品化を取り上げる。

第1項 廃パネル材のリユース・リサイクル

(1) リユース（廃パネルの同種製品製造方法）

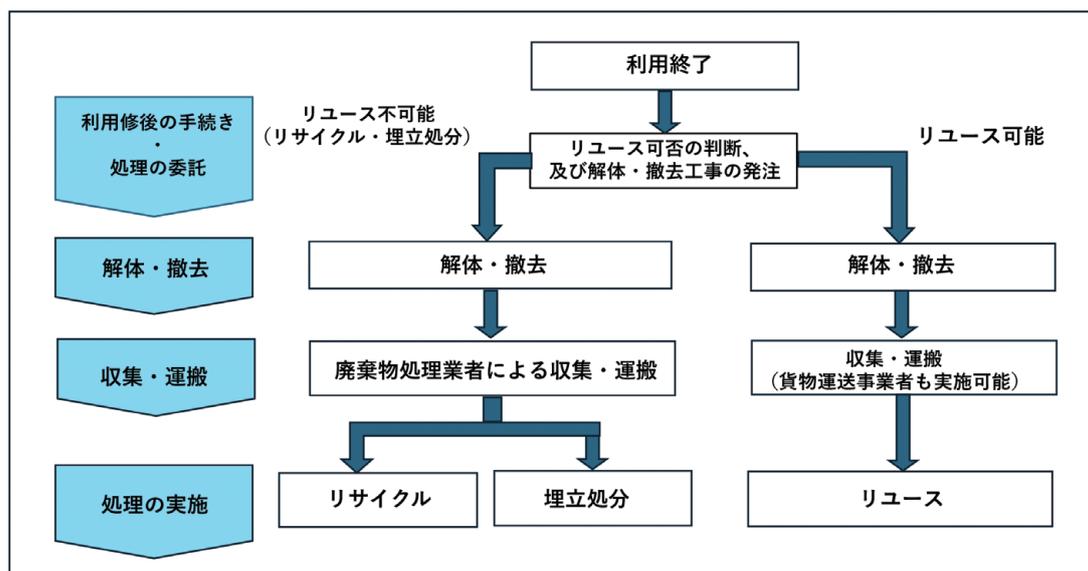
廃パネル材は日常的に排出されるが、その中には、設計・施工の不具合や故障によるものもあったり、場合によっては自然災害などが原因で損壊したりと、一定割合は製品寿命よりも前倒しで排出されていくものと思われる。近年では、2024（令和6）年1月1日能登半島大地震などの特定地域での自然災害で、一気に排出される可能性もある。

それでは、排出された廃パネル材は、どのように処理されているのか。あるいは処理されるべきか。これらは、ヒ素・鉛・カドミウム・セレンなどの有害物質を含んでいることから、産業廃棄物扱いで処分されなければならないが、一般的なフローとしては、図表6のとおりである³⁴⁾。

しかし、ここでの問題は、リユースできるパネルであっても、単純に繋ぎ合わせれば発電できるわけではなく、異なるサイズのものや性能の落ちる古いものと性能の高い比較的新しいものを繋ぎ合わせても、全体として発電量が低下する。

したがって、ある一定の発電量を維持するためには、

【図表6】耐用電池モジュール処理の全体像



同一サイズで同一程度の性能のものを組み合わせる必要がある。もちろん、建物など設置位置にも十分注意する必要がある。一つのパネルの発電量が低下して入れば、全体として発電量は低い状態で維持されるので、太陽光発電設備の分解と性能確認が必要である。

(2) リサイクル（廃パネルの新製品製造方法）

廃パネルの新製品製造方法については、すでに愛媛大学武部教授が2021（令和3）年に太陽光パネルガラスのリサイクルカレット（ガラスくず）を利用して、赤色金コロイドガラス（Gold Ruby Glass：GRG）の作製に成功している。

金ナノ粒子を分散させたGRGは、ルビーのような赤色を呈し、おそらくは17世紀から製造されており、ワイングラス・装飾品・道後温泉本館振鷲閣窓材など、付加価値の高い様々な用途に用いられてきた。こうしたことから、武部教授は、清澄剤の酸化アンチモンには金イオンの還元作用があることに着目し、太陽電池廃パネルガラスを利用して金ナノ粒子をガラス中に分散させたGRGの作製に成功している。

しかし、ケミカルリサイクルで得られた材料を通常の原料として使用しては、基本的に採算に合うことがない。それを克服するためには、リサイクルによって得られる材料を高付加価値なものにするしかない。すなわち、アップサイクル商品化である。そこで次に、アップサイクル商品化について取り上げる。

第2項 アップサイクル製品の事例と課題

ここでいうアップサイクルとは、作業廃棄物としてゴミ処理されるものや古くなったものに、付加価値を

つけて「新しい商品」に生まれ変わらせることである。リサイクルとは、一般に、いったん原料の状態に戻し、それをそのまま原材料として使用することで製品を作り直すことである。アップサイクル商品は、こうしたリサイクルと違って、新規のデザインやアイデアを用いることで、従来よりも付加価値のついた新しい商品の誕生をもたらすのである。また、ゴミを減らすことでCO₂排出を抑制できるとともに、原材料のためのエネルギーやコストも抑制できる点で優れている。

では次に、具体的なアップサイクル商品の事例を取り上げる。すでに述べたように、武部教授は太陽電池パネルガラスのリサイクルカレットを利用して、GRGを作製しており、現在、金コロイドガラスを用いて、ペーパーウェートとバッグハンガーの試作に取り掛かっている。具体的には、図表7で示すように、太陽電池廃パネルガラスを用いて試作したゴールド・ルビー・ガラスの愛媛大学校章入りペーパーウェート（熱処理前：無色透明ガラス、熱処理後：赤色ガラス）であったり、あるいはガラスペンである。

【図表7】武部教授による試作品

ペーパーウェート



バッグハンガー



しかしながら、例えば建材や道路材などのように、ある程度量が必要で、かつ廃材利用が好ましい場所での用途が可能であれば、高付加価値化に拘る必要もないであろう。そのためには、廃パネル材をパネルとしてリサイクルできる技術を模索する必要もある。しかし、リサイクルできる技術が誕生して一般向けに商品化できたとしても、廃材利用は消費者にとってイメージが悪く、コストがかかり、高付加価値化しにくい面もあるので、消費者心理に社会的意義(将来にツケを回さない持続可能な地域づくり)を訴えかけることも重要と考えられる。

第3項 一組織の枠を超えたサプライチェーンマネジメント

鳥嶼部中島が存する愛媛県には、注目すべき組織があり、その一つにNPC松山工場が挙げられる。株式会社NPC自体は、FA装置及び真空関連装置の設計・開発、製造及び付帯サービス(保守点検・修理)、太陽光発電システムの保守メンテナンスサービスや検査装置等の提供並びに廃パネルのリサイクルのための中間処分を担っている。具体的には、開発・設計・仕入・組立など装置製造のほか、自社で開発したホットナイフ分離法を搭載した自動解体ラインを松山工場に設置し、廃パネルのリサイクルサービス(中間処理)を行っているばかりか、リユースに適したパネルの買取・販売も行っている³⁵⁾。同社は、太陽光発電パネルの廃材問題に対応し、いち早く手掛けてきた会社である。

廃パネルは、現行法においてはリサイクルなどの義務化はされていないことから廃棄物処理法³⁶⁾に従って処理されている。多くの太陽光パネルは、シリコン系太陽光パネルであり、リサイクルの場合には、フレーム・ガラス・機能性資材・太陽電池セル(シリコン)・バックシートとした部品に分けられ、部品に応じた各リサイクル業者が素材利用を行っている。具体的には、太陽光パネルの8.4%がリユースであり、68.3%がリサイクル、23.3%が熱回収で、最終処分量が約12.3%の状況である³⁷⁾。2009年の余剰電力買取制度が導入されたことで急激に増え続ける廃パネル材については、各工程におけるリソースの過不足といった課題やボトルネックとなっている工程などを発見しやすくなり、迅速に改善に取り組むことが重要となる。そして、将来において収集・解体・分析・運搬・製造がままならなくなる廃パネル材を適切に3R(リサイクル・リユース・リデュース)するために、一企業におけるサプライチェーンマネジメント(SCM)ではなく、組織の枠を超えた企業間連携によるSCMが不可欠と考えられる。通常のSCMは、一社にお

ける「調達→生産→物流→販売」の商品開発から販売に至るサプライチェーンの最適化を図ることで、効率性・高品質性・生産性、そして顧客満足度を高めることにあり、生産管理システムや在庫管理システムを導入して、需要予測や生産性の向上を目指している。ここでのSCMは、一社から見たものではなく、地域社会全体でから見たSCMであり、地域社会全体での効率性・高品質性・生産性の向上を目指すものである。したがって、SCMの在り方自体は、地域社会全体で考えなければならない課題の解決にあるとも言える。

幸いなことに、松山市には上記のNPC松山工場だけでなく、同市に本社を置いた総合リサイクル企業の金城産業なども存在している。当該会社は、ゼロエミッション型社会への推進と地球環境の保全に貢献することを目的として、廃棄物やスクラップを資源へと変える事業を展開している³⁸⁾。加えて、松山市に本社がある城東開発産業に最終埋立処分場が保有されていることも、松山市の強みである。この城東開発産業は、自社の解体現場や事業者からの産業廃棄物の収集運搬にはじまり、中間処理・リサイクル、最終処分までを一貫して行う会社で、リサイクルを徹底することで、廃棄物を処理するのではなく、リサイクル製品を製造するという考え方の下、事業を展開している³⁹⁾。こうした企業同士が手を組み、各企業の特徴・強みを活かして速やかな分業をなし、サプライチェーンマネジメントが可能となれば、廃パネルの利活用の新たな展開を迎えることができよう。

ここで改めて、SCMにおける「サプライチェーン」とは、何か。一般には、一企業で見た場合の、原材料が調達されてから製品が完成した後に顧客に供給されるまでの調達・生産・物流・販売の過程という一連のプロセスの供給連鎖のことである。これをサプライチェーンに関わる関連業者から見れば、仕入先から原材料が提供された製造業者によって製品が製造され、物流業者を通して卸売業者に提供されたのち、小売業者を通して消費者へと繋がるプロセスである。こうしたサプライチェーンを地域社会全体で捉え直し、関連企業のパートナーシップの下で、地域社会が主体となって太陽光廃パネルのリユース・リサイクル活動を推進するサプライチェーンマネジメントが求められる。

ここでのサプライチェーンの最適化は、地域社会に対して、廃パネルの廃棄を限りなくゼロに近づけることである。高性能なサプライチェーンは、利活用の効率性と即応性を高めるために、地域社会により多くの便益をもたらす(廃パネルを利活用しながら、CO₂の排出を抑制する)とともに、サプライチェーンの持続可能性に貢献する方法で、リサイクル会社が必要とす

る廃パネルを必要とするタイミングで必要とする工場に提供することである。

サプライチェーンを最適化することは、適切な在庫管理を実施できることから、過剰在庫が回避可能となる。また、生産コスト・輸送コスト・保管コスト・廃棄コストなどを最小化できるので、無駄を省くことが可能となり、社会的責任としてのCO₂の排出抑制を果たすことができる。しかし、組織の枠を超えたSCMは、サプライチェーンを最適化するための管理を導入するコストがかかるだけでなく、企業間連携や企業内の部署間連携が不可欠であって、企業一社だけの努力では容易に実現できるものではない。

組織の枠を超えたSCMは、こうした物財の流れ、資金の流れを情報の流れと繋げ、サプライチェーン全体で情報を共有・連携し、地域社会全体の最適化を図る地域マネジメント手法とも言える。その場合、個々の企業における最適の和が必ずしも全体における最適に一致するものではない。そのため、サプライチェーン全体のバランスを見ながら連携管理することが、極めて重要となる。そこに、地方行政の新たな役割が誕生する。

とりわけ、組織の枠を超えた需要予測は、非常に重要とされる。これが適切にできていないと、各社の在庫管理が適正化されずに、個々の企業経営を圧迫しまいかねない。そこで、組織の枠を超えたサプライチェーン全体で、地域の需要予測に関する情報共有を行い、過剰在庫を防ぎながら、必要なモノを、必要な時に、必要なだけ供給する「ジャスト・イン・タイム」を実施していくことが、組織の枠を超えた地域社会におけるSCMの基本といっても過言ではない。

おわりに

第3回目の中島ワーケーション、すなわち2023（令和5）年9月における中島ワーケーションでは、滞在期間中に脱炭素化社会の理解を深め、持続可能な地域社会づくりを目指すべく、社会課題であるカーボンニュートラルを推進するために、地元企業等とビジネスマッチングを行い、新たなビジネスをどう創出できるかについて実証実験を行ってきた。この間、継続して松山市役所・松山市SDGs推進協議会及び地元企業等の協力を仰ぐものであった。そこで掘り起こされた課題については、一つ目が、太陽光発電設備の循環を促すためには、将来において大量に廃棄されるパネル材をどう3R（リサイクル・リユース・リデュース）していくべきか、二つ目が、そのために必要とされる一組織の枠を超えたサプライチェーンマネジメントをどう行うべきかであった。その上で、中島の太陽光発電設備で創出したエネルギーを利活用する地元企業の

新たなビジネスをどう創出し、どう島嶼部活性化に繋げるべきかであった。現時点で埋立処理せざるを得ない廃パネルであっても、将来的に利活用の可能性がある場合には、単純に埋立処理するのではなく、将来的に活用可能性があるものか否かに分けて適切に処理して管理すべきであろうし、可能な限り無駄を出さないためには、将来を見越しての対応が必要と考えられる。そのための3Rが重要であり、地域社会全体を俯瞰しながら、一企業だけに委ねるのではなく、持続可能な地域づくりというベクトルを同じくした他企業との連携を通して無駄なく収集・解体・分析・運搬・製造へと展開していくこと、すなわち組織の枠を超えたサプライチェーンマネジメントが地域社会において求められていくであろう。

続けて、第4回目の中島ワーケーション、すなわち翌（令和6）年2月における中島ワーケーションでは、新たなビジネスの立上げを模索すべく、社会実装に向けた議論を行った。具体的には、2月21日と22日は松山市役所の中島支所をベースに、23日は中島の研修施設「鉄人の里」で研修・ワークショップを行った。初日では、中島のポテンシャルと抱える課題を深掘りして再認識し、松山市SDGs推進協議会における官民連携プロジェクトの取組内容を参加者で共有することで、ディスカッションの下地をつくった。2日目は、中島のポテンシャルと課題を踏まえた上で、課題解決に繋げるべく、各企業のソリューションや参加者からのアイデアを活かしたビジネスの創出を目指した。最終日は、松山東雲短期大学の学生らを中心に柑橘類の有効活用を目指すワークショップを行った。したがって、松山市役所や地元企業等のみならず、大学教育機関の学生も交えながら、太陽光発電における廃パネルのリユース推進の土台作りが可能になったのではないと思われる。また、新たなアイデアに基づくアップサイクル商品創出のみならず、太陽光発電設備を活用した再生可能エネルギーを活用することで、柑橘類の有効活用策による課題解決及び地域活性化を推進するものであったと思われる。ただし、まだまだ社会実装に至ったとまでは言いにくい、持続可能な地域社会づくりという共通目的の下で企業同士を繋げ、連携協力の土壌を作るところまでは進んだのではないかと自負している。

このように考えるならば、第4回目の中島ワーケーションでは、一つ目として、中島出身である高岡伸夫中島支所長より自身が生まれ育った中島のポテンシャルを抽出してもらい、島嶼部の活性化の道を切り開ききっかけづくりができた点、二つ目として、再生可能エネルギーとりわけ太陽光発電廃パネル問題に地域社会全体で考えていく下地ができた点、そして三つ目と

して、島嶼部で得られる再生可能エネルギーを地産地消で新ビジネスに活用する流れをつくりだすことができた点が、今回の成果ではないかと筆者は考えている。

ここで、改めて指摘しておきたいことは、中島における双方向ラーニング・ワーケーションは、社会課題の解決に向けたプラットフォームモデルであり、参加団体企業等は地方行政としての松山市役所、地方大学としての愛媛大学、そして地元企業等であることから、それぞれの特色・強みを活かして、社会課題であるカーボンニュートラルの推進に向かっている。それぞれの役割については、まずは松山市役所が持続可能な将来像を構築すること(カーボンニュートラル推進社会の構築)であり、また愛媛大学がそのためのアイデアを提供することであり、具体的にはアップサイクル商品化・組織の枠を超えたSCMの構築である。さらに、社会実装するために不可欠の存在である地元企業が異業種間連携を行う組織の枠を超えた運命共同体として具現化を担うことである。そして、地方行政としての立場の松山市役所が管理・統制する役割を担うのである。

中島ワーケーションでは、参加団体企業らが第一段階で目的の共有を行い、第二段階では仲間意識を高揚させ、第三段階では各参加団体企業等が有する能力・スキルを活かして各々の役割を認識し、分担する流れとなっている。

謝辞

2023年9月の参加者は、日本政策投資銀行:加藤氏・福岡県リサイクル総合研究事業化センター:坂田氏・東京環境局:山田氏・日本ワーケーション協会コンシェルジュ:山口氏・サイボウズ:久保氏・松山市役所:伊藤氏・栗塚氏・堀川氏・藤澤氏・愛媛大学:武部教授・李准教授・NPC:伊藤氏・城東開発産業:武田氏・デンカシンキ:濱野氏・ネイキッド:中川氏・をかしや:菊間氏・NTT西日本四国支店:中村氏・岡村氏・帝人:澤氏・四国ガス:長谷部氏であった。また、2024年2月の参加者は、松山市役所:高岡氏・伊藤氏・山崎氏・堀川氏・愛媛大学:李准教授・同学生2名・NPC:伊藤氏・城東開発産業:山本氏・武田氏・アドベンチャーラボ:上氏・愛媛銀行:矢野氏・クリエネ:野々宮氏・ネイキッド:中川氏・松山東雲短期大学:亀岡教授・田中准教授・同学生15名であった。皆様には、本実証研究にご参加・ご協力いただき、また貴重なご意見を賜り、感謝申し上げます。

注

- 1) 国土交通省・気象庁「日本の年平均気温 日本の年平均気温偏差の経年変化(1898～2022年)」
https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/temp/an_jpn.html (最終閲覧日:2024年8月20日)
- 2) IPCCとは、気候変動に関する政府間パネル(Intergovernmental Panel on Climate Change)の略であり、人為起源による気候変化、影響、適応及び緩和方策に関し、科学的、技術的、社会経済学的な見地から包括的な評価を行うことを目的として、1988年に国連環境計画(UNEP)と世界気象機関(WMO)により設立された組織である。IPCC第6次評価報告書は、世界中の科学者の協力の下、出版された文献(科学誌に掲載された論文等)に基づいて報告書を作成し、気候変動に関する最新の科学的知見の評価を提供しており、1990年の第1次報告書に始まり、第6次報告書は2021年8月に195か国と地域が参加し、科学的な分析のほか、社会経済への影響、気候変動を抑える対策などが盛り込まれている。
<https://www.jccca.org/global-warming/trend-world/ipcc6-ipcc> (最終閲覧日:2024年8月20日)
- 3) 全国地球温暖化防止活動推進センター(JCCCA)2-15世界平均気温の変化予測(観測と予測)
https://www.jccca.org/download/43044?p_page=2#search (最終閲覧日:2024年8月20日)
- 4) 国土交通省・気象庁「気候・異常気象について」
<https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/faq/faq19.html> (最終閲覧日:2024年8月20日)
- 5) 日本赤十字社「アフリカの角:過去40年で最悪の干ばつ被害」
https://www.jrc.or.jp/international/news/2022/0504_025661.html (最終閲覧日2024年8月20日)
- 6) 環境健康研究領域 疫学・国際保健研究室長小野雅司稿「熱波による過剰死亡」『地球環境研究センターニュース』Vol.16 No.7 2005年10月
<https://cger.nies.go.jp/publications/news/series/watch/6-3.pdf> (最終閲覧日2024年8月20日)
- 7) NHK「インド 猛烈な熱波で100人以上が死亡か 最高気温が45度近くに」2023年6月21日
<https://www3.nhk.or.jp/news/html/20230621/k10014105091000.html> (最終閲覧日2024年8月20日)
- 8) 日本経済新聞『干ばつの中国、石炭火力発電に回帰』
<https://www.nikkei.com/article/DGXZQOCB18D140Y2A810C2000000/> (最終閲覧日2024年8月20日)
- 9) ふるさとチョイス災害支援「平成30年西日本豪雨」
<https://www.furusato-tax.jp/saigai/detail/407> (最終閲覧日:2024年8月20日)
- 10) 令和元年12月9日 気候変動を踏まえた海岸保全のあ

- り方検討委員会（第2回）資料2「気候変動に伴う海面上昇量に関する最近の議論」5頁
https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/hozen/dai02kai/pdf/doc2.pdf（最終閲覧日 2024年8月20日）
- 11) 北極域の氷河と氷床「氷河氷床が地球環境に果たす影響」5頁
https://j-arcnet.arc.hokudai.ac.jp/public_lecture/lecture_3_2/（最終閲覧日 2024年8月20日）
- 12) 国立研究開発法人国立環境研究所「2019～2020年のオーストラリアの森林火災は過去20年で同国において最も多くの火災起源の二酸化炭素を放出した」2021年5月6日 地球システム領域 地球環境研究センター
<https://www.nies.go.jp/whatsnew/20210506/20210506.html>（最終閲覧日：2024年8月20日）
- 13) 東京大学情報基盤センター Coastal Biogeochemistry SCIENCE OF THE EDGE OF THE SEA
<https://co.aori.u-tokyo.ac.jp/sc/coralbleaching>（最終閲覧日 2024年8月20日）5頁
- 14) J-クレジット制度「地域版J-クレジット制度について」
<https://japancredit.go.jp/about/region/>（最終閲覧日：2024年8月20日）
- 15) ここでのイニシアティブというのは、一般にいう「主導権」ではなく、問題解決に向けた構想・戦略または新たな取組みを意味している。
- 16) 朝日新聞「SDGs ACTION!【SDGs達成度ランキング】『日本、2023年は世界21位に後退 気候変動対策など最低評価』
<https://www.asahi.com/sdgs/article/14937675#:text=2023%E5%B9%B4%E7%89%88%E3%81%AE%E3%83%A9%E3%83%B3%E3%82%AD%E3%83%B3%E3%82%B01,%EF%BC%8882.3%EF%BC%89%E3%81%A8%E7%B6%9A%E3%81%84%E3%81%9F%E3%80%82>（最終閲覧日：2024年8月20日）
- 17) 環境省「中小企業地球温暖化対策新ガイドライン（エネルギーの測定・省エネ実践の経営への役立ち）」（平成25年1月）（参照 <https://www.env.go.jp/press/files/jp/21326.pdf>）（最終閲覧日：2024年8月20日）
- 18) 19) 20) 21) 22) 経済産業省：資源エネルギー庁『国内外の再生可能エネルギーの現状と今年度の調達価格等算定委員会の論点案』資料1（2022年10月）「新たな「エネルギーミックス」実現への道のり」8頁
https://www.meti.go.jp/shingikai/santeii/pdf/078_01_00.pdf（最終閲覧日：2024年8月20日）
- 23) 経済産業省・資源エネルギー庁『2030年度におけるエネルギー需給の見通し（関連資料）』（令和3年10月）「1. エネルギー需要全体」2頁
https://www.enecho.meti.go.jp/category/others/basic_plan/pdf/20211022_03.pdf（最終閲覧日：2024年8月20日）
- 24) 「ZEHとは、net Zero Energy House（ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス）の略語で、『エネルギー収支をゼロ以下にする家』を指している。経済産業省・資源エネルギー庁「知っておきたいエネルギーの基礎用語～新しい省エネの家「ZEH」
<https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyozeh.html>（最終閲覧日：2024年8月20日）
- 25) 太陽光発電事業者のための法律Q & A『『メガソーラー裁判』を読み解く、地裁の判断はなぜ覆ったのか？（前半）』
<https://project.nikkeibp.co.jp/ms/atcl/19/feature/00005/062200025/?ST=msb>（最終閲覧日：2024年8月20日）
- 26) 27) 東洋経済ONLINE「資源・エネルギー」『埼玉・日高「メガソーラー法廷闘争」が招く波紋 豪雨被害や景観破壊恐れ、条例の規制強まる中で』2頁
<https://toyokeizai.net/articles/-/409507?page=2>（最終閲覧日：令和6年8月20日）
- 28) 東洋経済ONLINE「資源・エネルギー」『埼玉・日高「メガソーラー法廷闘争」が招く波紋 豪雨被害や景観破壊恐れ、条例の規制強まる中で』1頁
<https://toyokeizai.net/articles/-/409507>（最終閲覧日：2024年8月20日）
- 29) 国税庁「風力・太陽光発電システムの耐用年数について」
<https://www.nta.go.jp/law/shitsugi/hojin/05/12.htm>（最終閲覧日：令和6年8月20日）
- 30) 京セラ：トピックス「太陽光パネルの寿命はどのくらい？ 耐久性能や劣化原因を解説
<https://www.kyocera.co.jp/solar/support/topics/202404-solar-panel-lasts/>（最終閲覧日：2024年8月20日）
- 31) 日本電機工業会・太陽光発電協会 技術資料：「太陽光発電システム保守点検ガイドライン」
<https://pita.or.jp/wp-content/uploads/2020/01/f8d37a11f07c47aa7728200bc0e30b7e.pdf>（最終閲覧日：2024年8月20日）
- 32) 朝日新聞デジタル「太陽光発電パネルの登録、新年度義務化へ 廃棄増対策で経産省」
<https://www.asahi.com/articles/ASS1H5726S1HUTFK001.html>（最終閲覧日：2024年8月20日）
- 33) 武部博倫教授は、愛媛大学理工学研究科に在籍し、主として金属・資源生産工学の研究を実施している。
- 34) 環境省「太陽光発電設備のリサイクル等の推進に向けたガイドライン（第二版）」

<https://pps-net.org/column/110858> (最終閲覧日:
2024年8月20日)

- 35) NPC incorporated 「太陽光パネルのリサイクルサービス (中間処理)」

<https://www.npcgroup.net/solarpower/reuse-recycle/recycle-service> (最終閲覧日:2024年8月20日)

NPC incorporated 「太陽光パネルのリユース売買」

<https://www.npcgroup.net/solarpower/reuse-recycle/reuse-panel> (最終閲覧日:2024年8月20日)

NPC 松山工場では、屋根上に太陽光発電システムを設置することで、密閉性の高い室内で LED を使用した野菜 (はこひめ) を水耕栽培する人工光植物工場や工場内の電源として利用している。

<https://www.npcgroup.net/hakohime> (最終閲覧日:
2024年8月20日)

- 36) 廃棄物処理法は、廃棄物の排出抑制と処理の適正化による生活環境保全を目的として、1970 (昭和 45) 年に制定されたものである。その内容は、法律の目的・廃棄物の定義・処理保管等の方法・責任の所在と罰則などが記載されている。

- 37) 環境省「再生可能エネルギー発電設備の廃棄・リサイクルに係る現状及び課題について」(令和 5 年 4 月)

<https://www.env.go.jp/council/content/03recycle03/000183808.pdf> (最終閲覧日:2024年8月20日)

- 38) 金城産業株式会社 HP <https://eco-kaneshiro.com/>
(最終閲覧日:2024年8月20日)

- 39) 城東開発株式会社HP <https://www.joto.ne.jp/company/>
(最終閲覧日:2024年8月20日)

論 説

リンク機構を備え往復運動で切断する農業ハサミ

田 村 駿 (産業イノベーション学科)

小長谷 圭 志* (産業イノベーション学科)

高 橋 学 (産業イノベーション学科)

山 本 智 規 (産業イノベーション学科)

八 木 秀 次 (産業イノベーション学科)

*責任著者

Operation of agricultural scissors via back-and-forth motion implemented
using the link mechanism

Shun TAMURA (Industrial Innovation)

Keiji KONAGAYA * (Industrial Innovation)

Manabu TAKAHASHI (Industrial Innovation)

Tomonori YAMAMOTO (Industrial Innovation)

Hidetsugu YAGI (Industrial Innovation)

* Corresponding author

キーワード：農業ハサミ、往復運動、リンク機構

Keywords: agricultural scissors, back-and-forth motion, link mechanism

【原稿受付：2024年7月22日 受理・採録決定：2024年8月2日】

要旨

通常、農業ハサミでは植物の切断を繰り返すと病原体の感染拡大のリスクがあることから、器具消毒が推奨される。切断動作と同時に消毒を行う器具は市販されているものの、握力だけで切断するため通常よりも大きな力を要する。往復運動で切断できれば多くの身体部位を利用でき、切断と消毒にかかる身体負担を軽減できる。そこで本研究では、引くことで動作する農業ハサミの概念を検証するために、設計と試作、切断可否の検証を行った。機構は、往復運動をハサミの回転運動に変換するため、4節のスライダクランクを採用し、単純な1枚刃とした。その結果、計算において力伝達の逆比は1を下回り、直接刃を押し当てるよりも力負担が大きくなることを確認できた。茎を模したシリコーンゴム（直径3.5mm）を10cm離れた2点で支持しその中間点を切断したところ、持ち手部分の最大荷重はそれぞれの直径で2.2, 4.9 Nであり、同じ刃を垂直に挿入したときの最大切断抵抗 5.5 ± 0.5 N, 9.8 ± 0.6 N よりも小さかった。往復運動は消毒液を備えた場合の液の射出と相性よく、切断と消毒を交互に行う現場においても役立つと期待できる。

1 はじめに

農作業における収穫、剪定、接ぎ木では、ハサミやナイフを使って組織を切断、部分的に切断する。その際、病害感染した個体の液汁が刃に付着し、そのまま次の個体を切断することによって感染を拡大させてしまうことがある。このように病原体以外から感染する経路を2次感染と呼ぶ（農林水産省 2020）。2次感染を防ぐ方法の一つとして、器具の消毒が推奨されている（小川ら 2008；川口ら 2011；篠崎ら 2014；農林水産省 2014）。

ハサミは栽培管理で頻繁に使うことから、消毒を簡単にするためにいくつかの製品が存在する。握る動作で消毒液を射出するもの（ジョン サン 2008）、電子制御によって消毒液を射出するもの（漆原ら 2008）、加熱で消毒するもの（株式会社イージーエス 2023；中島銅工株式会社）などである。しかし、農業現場では器具が濡れることが多く、電子制御では防水に関わる構造を要する。握るタイプは電子制御を必要としない製品だが（ジョン サン 2008）、握る動作で切断と消毒の2つを同時に行うため通常よりも力を必要とする¹。しかし、この場合でも、構造の単純さや、同じ動作で切断と消毒の両方が行える点は優れている。そこで、対象作物の切断と消毒を同じ動作で行える特徴はそのままにして、使う身体部位の選択肢を増やして体の負担を軽減できないかと考えた。

握る動作は手のひらの筋肉を使い、それ以外の部位では難しい。それに対して、様々な身体部位で行える動作に「往復」という動きがある。指先の筋肉を使ってもよいし、腕や上半身全体で往復させてもよい。下半身を含めて体全体を使ってもよい。往復動作はシリンジやポンプとの相性もよく、消毒液を射出しやすい。

一方、「往復」は「握る」に比べて、対象物を動かしてしまふ。握る動作で刃を動かすと、2枚の刃の中心線上の点は空間をほとんど動かないので作物の茎は動かないが、往復動作で刃を動かすと、茎が手前に引かれてしまい切断が難しいばかりか、作物の生育にも悪影響を及ぼしかねない。

往復動作を刃先で「挟む」運動に変換することができれば引くことによる作物体の移動を抑えることができる。ところで、往復運動を回転運動に変換する機構としてリンク機構が挙げられる（太田 2014）。リンク機構は回転できるピンとフレームの役割を果たすリンクからなる機構の総称である。リンク機構を取り入れて往復動作とすることで、多様な身体部位を使うことができ、また切断と消毒が同時に行える。

そこで本研究では、引くことで動作する農業ハサミの概念を検証するために、設計と試作、切断可否の検証を行った。切断対象には、物性が均一で、せん

断弾性係数が果菜類のそれ（1.0 MPa）（Navas et al. 2020）と近いシリコーンゴム（0.7-1.5 MPa）（タイガース 2021）を用いて対象作物の茎の代わりとし、切断の可否を検証した。

2 設計

(1) 既存ハサミの構造分析

まず、設計にあたり、既存ハサミの構造を分析した。ハサミは力点、支点、作用点がハサミの刃と柄の上に存在する単純な配置をしている（図1 (a)）。さらに、両刃の中心線に作物茎を位置させて両刃を動かすことで茎を動かさずに済む。あるいは、どちらかの刃（例えば手の人差し指から小指で支える上の刃）を動かさなくても一方の刃だけを動かせば、動かさないほうの刃で茎を支えながら切断することも可能である（飯村ら 2008）。この力点・作用点の位置関係は今回の引くハサミでも取り入れることができる。

次に刃の枚数について考える。通常、2枚の刃はどこか1点のみで接触するようにわずかに刃が曲がっているが（図1 (b)）、曲がり刃は複雑となる。そこで今回は1枚の刃がそれを受ける構造と対にして切断するようにした。

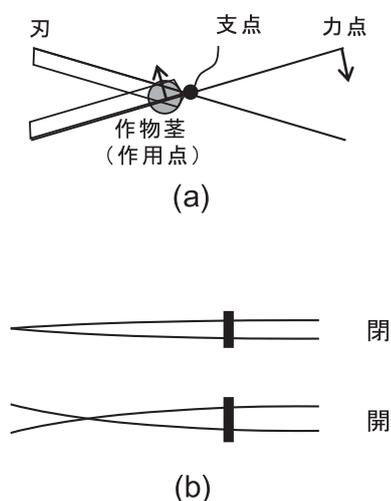


図1 既存ハサミの構造 (a) 回転軸方向から見た図 (b) 回転軸に垂直な方向から見た図

Fig. 1 Schematic diagram of scissors. (a) View along the rotation axis (b) View along the direction normal to the rotation axis

(2) 往復で動作するリンク機構への置き換え

往復運動で作物体を挟んで切断するには運動の方向を変えることのできるリンク機構を取り入れる。単純な自由度1のリンクとして図2のようなスライダリンク構造を考えた。リンク4つからなり、リンク4は

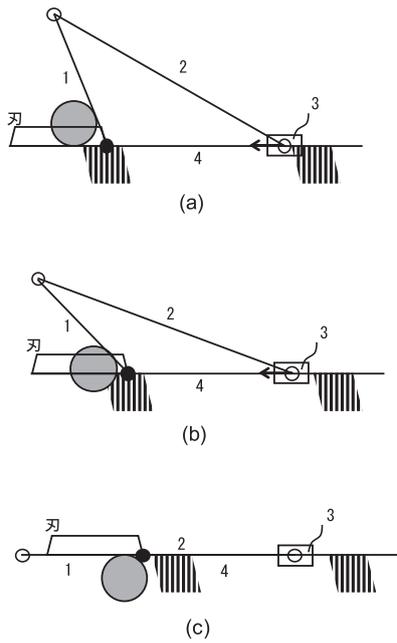


図2 往復運動で動作する農業ハサミの構造
数字はリンクの番号である。灰色丸は作物茎を示す。黒丸、白丸のそれぞれは固定ピン、可動ピンを示す。パネルは切断の (a) 前、(b) 途中、(c) 後である。

Fig. 2 Structure of scissors operating via linear motion. The integer denotes the ordinal number of links. The gray colored circle corresponds to the stem of agricultural crops. The black and open circles indicate the fix and movable pins, respectively. Panels denote (a) before, (b) during, and (c) after cutting.

切断の間静止していると考え。持ち手のリンク3を押すと先端のリンク1が前に回転する。リンク1の先には固定刃が備わっており、動くリンク1によって作物茎が切断される。この場合、往復運動は押す動作となるが、押す運動は微妙な力加減のコントロールが難しい。引くことで切断するためには、図3のようにリンク1を下方に延長してその先で切断すればよい。このスライダクランク機構を採用することで、引いて切断できる。

(3) 力伝達の計算

力の伝達において、切断に必要な力は刃を直接押し当てるよりも小さくしたい。回転部分と往復部分の力の伝達の逆比、 $F_{往復}/F_{回転}$ を1より小さくすればよい。

力伝達はリンクの長さやリンクの相対的な位置関係(角度)によって決まる。いま、注目している力 $F_{回転}$ 、 $F_{往復}$ を配置(角度、変位量)との関係で図3に示す。

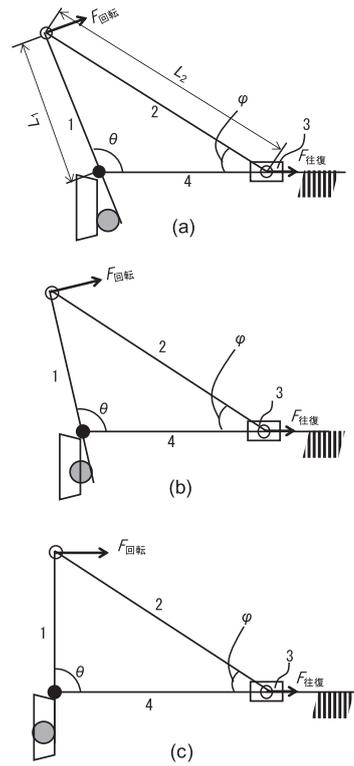


図3 引くことで動作する農業ハサミ構造
数字はリンクの番号である。灰色丸は作物茎を示す。黒丸、白丸のそれぞれは固定ピン、可動ピンを示す。パネルは切断の (a) 前、(b) 途中、(c) 後である。

Fig. 3 Structure of scissors operating via drawing motion. The integer denotes the ordinal number of links. The gray colored circle corresponds to the stem of agricultural crops. The black and open circles indicate the fix and movable pins, respectively. Panels denote (a) before, (b) during, and (c) after cutting.

$F_{回転}$ はリンク1に垂直に作用する力とする。 $F_{往復}$ はいつでもリンク4と平行になっている。角度について、リンク1とリンク3がリンク4となす角度を閉構造の内側の角度で定義し、それぞれ図3中に示す θ 、 φ とおいた($90^\circ < \theta < 180^\circ$, $0^\circ < \varphi < 90^\circ$)。いま、一定速度でリンクが動いているとすると(加速度は0)、 $F_{往復}$ と $F_{回転}$ の関係は、リンク3について自身の方向で力のつりあいが成り立つ。

$$F_{回転} \cos(\theta + \varphi - 90^\circ) = F_{往復} \cos \varphi \quad (1)$$

となる。左辺の \cos 関数部分は -90° の部分無くして $\sin(\theta + \varphi)$ となる。また、加法定理で展開して、

$$F_{往復} / F_{回転} = \sin \theta + \cos \theta \tan \varphi \quad (2)$$

と書ける。さらに、 φ と θ は対応しているので、 φ は

すべて θ で書き換えられる。2つのリンク1とリンク2のピンまでの長さを図3で示したように L_1 と L_2 とすると、リンク1と2の腕がリンク4に垂直な方向に正射影された部分の長さが等しくなる：

$$L_1 \sin \theta = L_2 \sin \varphi \quad (3)$$

($L_2 > L_1$)。式(2)の $\tan \varphi$ を $\tan \varphi = \frac{1}{\sqrt{1/\sin^2 \varphi - 1}}$ という一般的な関係で \sin 関数に書き換え、さらに関係式(3)を用いると変数 φ を他の因子に係る変数 θ で書ける。

$$\tan \varphi = \frac{1}{\sqrt{(L_2/L_1)^2 1/\sin^2 \varphi - 1}} \quad (4)$$

この式(4)を式(2)に代入することで、力伝達の比の逆数 $F_{往復}/F_{回転}$ は θ および L_2/L_1 の関数となる(切断するためにリンク3を引くと θ は小さくなる)。 $F_{往復}/F_{回転}$ を θ との関係で図示したものを図4に示す。すべての θ の定義域で力伝達の逆比が1を下回っており、刃を直接押し当てるよりも小さな力で切断できることを意味する。

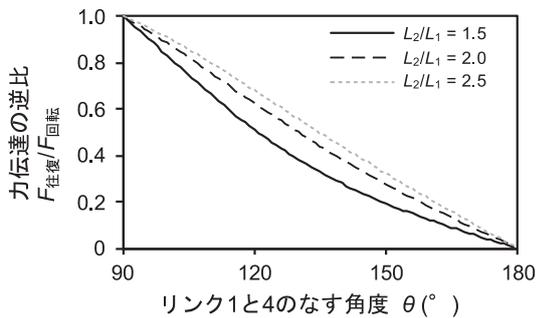


図4 力伝達の逆比 ($F_{往復}/F_{回転}$)

Fig. 4 Reciprocal ratio of force transmission (ratio of linear motion per rotational motion).

3 試作

次に、2設計で決定した機構を手で往復させ作物体のモデルを切断できるかどうか検証した。図面は3DCADソフトウェアSolidWorks(ダッソー・システムズ株式会社)を用いて作成した。図面を図5に示す。全体の長さは既存のハサミと同程度になるようにし、持ち手部分の直径は成人が軽く手を丸めたときの太さにした。

この図面を基に、3DプリンターMF-2200D(武藤化学工業)によって造形した。フィラメントはポリ乳酸(径1.7mm)である。刃の厚みは0.4mmとした(オルファ株式会社)。

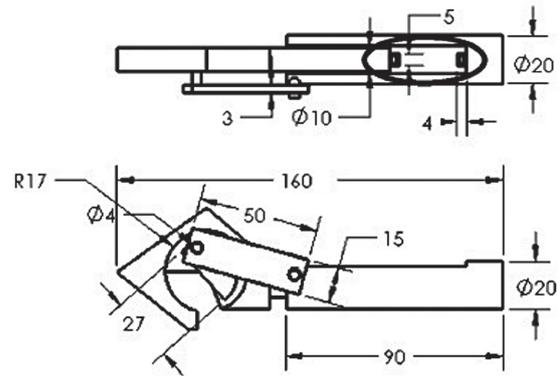


図5 引くことで動作する農業ハサミの図面(丸棒はスプリング挿入部)

Fig. 5 Schematic of operation of agricultural scissors (The circle line indicates the position of spring).

4 切断可否の検証

本研究の目的は、引くことで動作する農業ハサミの概念を検証すること、対象作物茎のモデルとしてシリコーンゴムを用いて切断の可否を検証することである。製作した試作機を動かし、直径の異なるシリコーンゴム3-2316-02(直径3mm)および3-2316-04(直径5mm)(アズワン)を切断できるかどうか調べた。その結果、直径の違いによらずに問題なく切断できた(様子を図6に示す)。

それぞれの切断時の最大荷重をデジタルフォースゲージZTS-50N(株式会社イマダ)によって測定した。その結果、3, 5mm直径のそれぞれで2.2, 4.9 Nとなり、手先や腕で負担を感じることなく切断できた。また今回用いた5mmよりも太い直径を持つ茎を切断した場合の負荷を予想するために、今回の3mmと5mmの最大荷重の比を求めると、2.1であった。これは、固定したシリコーンゴムに引張圧縮試験機MCT-2150(株式会社エー・アンド・デイ)で同じ刃を垂直に挿入したときの最大切断抵抗 5.5 ± 0.5 N, 9.8 ± 0.6 N(それぞれ3, 5mm)の比1.8に近いが、それよりも1割程度大きかった。

対象が固定された状態で求められた切断抵抗よりも荷重の増加が大きくなった要因としては、ゴムの固定の仕方の違いに起因する可能性がある。引くハサミの概念検証ではつるおろしの作物の状態に近い、シリコーンゴムを長さ10cm程度の梁(両端ピン固定)状態で支持したことで、切断後半にゴムがたわんで刃の両側の摩擦が無視できない。そして、その摩擦は直径・断面積が大きいくほど大きくなる。切断時の茎のたわみが無視できないような作物体においては切断対象

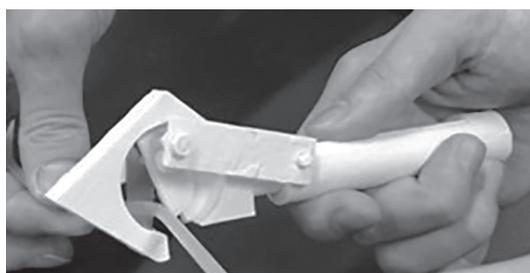


図6 切断の様子

Fig. 6 Image of a cutting test.

が固定された場合よりも大きな力が必要となる可能性を考える必要がある。

5 まとめ

本研究では、農業ハサミの茎切断と器具消毒を同じ動作かつ複数の身体部位で行えるハサミの概念を確かめること、作物茎を模したシリコンゴムをハサミで切断できるかどうか調べた。往復運動をハサミの回転運動に変換するため、4節スライダクランク機構を採用し、単純な1枚刃とした。その結果、計算において力伝達の逆比は1を下回り、直接刃を押し当てるよりも力負担が大きくなることを確認できた。成人の手のサイズ等を考慮した寸法で設計し、試作機を樹脂で製作した。シリコンゴム（直径3,5mm）を10cm離れた2点で支持しその中間点を切断したところ、持ち手部分の最大荷重はそれぞれの直径で2.2, 4.9 Nであり、同じ刃を垂直に挿入したときの最大切断抵抗 5.5 ± 0.5 N, 9.8 ± 0.6 Nよりも小さかった。往復運動は消毒液を備えた場合の液の射出と相性よく、本論文は切断と消毒を交互に行う現場においても役立つと期待できる。

謝辞

本研究の実施にあたり協力をいただいた地域農業者に感謝の意を表す。

注

1 当該ハサミを使用する愛媛県内生産者からの聞き取りによる（2020年10月28日実施）。

References

- Navas E, Fernandez R, Sepúlveda D, Armada M, Gonzalez-de-Santos P (2020) A Design Criterion Based on Shear Energy Consumption for Robotic Harvesting Tools. *Agronomy* 10 (5), 734. <https://doi.org/10.3390/agronomy10050734>.
- ジョン サンチョン (2008). ビー.アイ.ジー カンパニー リミテッド. 切断及び消毒を並行できる園芸用はさみ. 実用新案登録第 3144790 号. 2008-08-20.
- タイガース (2021) タイガースラバーシートカタログ. https://tigers.jp/product/catalog/pdf_catalog/pdf_sheets.pdf. Accessed Oct. 26, 2022.
- 中島銅工株式会社 熱ハサミ Top. <https://nakajimadoko-co.jp.prm-ssl.jp/scissors/>. Accessed Apr. 11, 2023.
- 太田智彦 (2014) 3枚刃構造の果樹用摘果ハサミと摘果ロボット. *農業食料工学会誌* 76 (3), 229-231.
- 小川孝之, 田中久二夫 (2008) PMMoV が付着したハサミの消石灰液による消毒方法. *茨城県病害虫研究会報* (47), 52-55.
- 川口章, 谷名光治, 井上幸次 (2011) 雨除け栽培で発生するトマトかいよう病に対する土壌消毒と地上部伝染防止対策の防除効果. *近畿中国四国農業研究* (18), 13-17.
- 株式会社イージーエス (2023) 【スイッチ ON で刃を加熱!】バッテリー式自動除菌ハサミ! 電熱ジョッキン. <https://egs21.co.jp/product/jokkin.html>. Accessed Apr. 11, 2023.
- 漆原寿彦, 原昌生, 谷脇憲, 武田浩一 (2008) 刃を自動消毒するハサミの開発とトマトかいよう病の二次伝染防止. *群馬県農業技術センター研究報告* (5), 17-26.
- 篠崎毅, 清水伸一 (2014) 愛媛県におけるキウイフルーツかいよう病発生の現状と今後の課題. *植物防疫* 68 (5), 255-258.
- 農林水産省 (2020) 夏期高温期の湛水によるタマネギべと病の一次伝染抑制技術. https://www.maff.go.jp/j/kanbo/kihyo03/gityo/new_tech_cultivar/2020/2020seika-10.html. Accessed Apr. 11, 2023.
- 農林水産省 (2014) キウイフルーツ かいよう病緊急対策. <https://www.maff.go.jp/j/syuan/syokubo/gaicyu/siryou2/pdf/sanko.pdf>. Accessed Apr. 6, 2023.
- 飯村崇, 長嶋宏之, 井上研司, 井山俊郎, 本村貢 (2008) 低切断荷重はさみの切断荷重の推定. 岩手県工業技術センター研究報告 (15). https://www2.prefiwate.jp/~kiri/study/report/2007/pdf/H19_06.pdf. Accessed Apr. 11, 2023.

論 説

農産物の収穫時期における地方公務員の兼業・副業 －愛媛県と山形県の事例から－

竹 島 久美子* (地域資源マネジメント学科)

* 責任著者

Side jobs for local officials during the agricultural harvest season

Kumiko TAKESHIMA * (Regional Resource Management)

* Corresponding author

キーワード：公務員、兼業・副業、デイワークアプリ、さくらんぼ、柑橘

Keywords: local officials, side jobs, daywork appli, cherry, citrus

【原稿受付：2024年7月22日 受理・採録決定：2024年8月2日】

要旨

農業従事者の減少で人手不足が深刻化する中、特に果樹において収穫期の労働力確保が課題となっている。農村部では豊富な農村人口からかつては季節的な雇用が多様に成立していたが、近年は人口減少や通年雇用の増加から地域内の労働力候補が減少し、一方で一戸当たりの経営規模の拡大により多くの人員を求めることになっており、収穫時期の労働力確保が喫緊の課題である。そのような背景から、近年公務員の兼業・副業制度が導入され、地域の基幹産業維持や地域活性化に期待されている。本稿では、松山市の柑橘収穫と山形県・寒河江市のさくらんぼ収穫における公務員の兼業・副業制度の背景と取り組みを分析し、その効果を明らかにするものである。

1. はじめに

農業従事者の減少により、規模拡大が可能な農業経営体が貸借・売買を通じて農地を引き受けるのは作物を問わず行われているが、機械化が可能な作目は多少増えても作業体系に大きな影響は受けないものの、人の手で収穫される品目、特に果実においては非常に労働集約な品目であるため、収穫時期の労働力確保は農業経営体にておいて最大の懸念事項である。しかし農村部においては、かつては季節的な雇用が成立する社会環境・家庭環境があったが、近年では居住人口そのものの減少に加えて、通年雇用による就業先が広がったため、季節的な労働力の確保はより厳しいものとなっている。

以上のような農業分野の繁忙期における人手不足に対して、各地で「公務員の兼業・副業許可制度」の導入が進められている。人口減少が地方でより進む中であっても、公務員は一定のシェアで地域に居住している。それらの層が兼業・副業可能となることで、地域の基幹産業の維持、あるいは地域活性化に一定の寄与

が期待できる。本稿では、2023年に愛媛県松山市においても導入がなされたところであるので、同様にさくらんぼ収穫での兼業・副業を許可した山形県と山形県寒河江市も取り上げながら、その背景と取組の状況について明らかにしたい。

構成は以下の通りである。2節では、これまで農業経済学分野で議論されてきた農民層分解の文脈での「農家の兼業化」について簡単に整理を行う。3節では、公務員の兼業・副業制度の近年の動向について先行研究を元に整理を行う。4節では山形県・山形県寒河江市のさくらんぼ収穫を対象とした事例の分析、5節では松山市の柑橘収穫を対象とした事例の分析を行う。

2. 農業経済学分野における兼業

農業経済学分野において、兼業化の進展は、戦後、農工間の所得格差が問題視されたなかでの農家側の対応として取り上げられてきた。戦後の高度経済成長期において、農家は農業所得のみでは家計充足が不十分であったために、農閑期に「出稼ぎ」が行われた

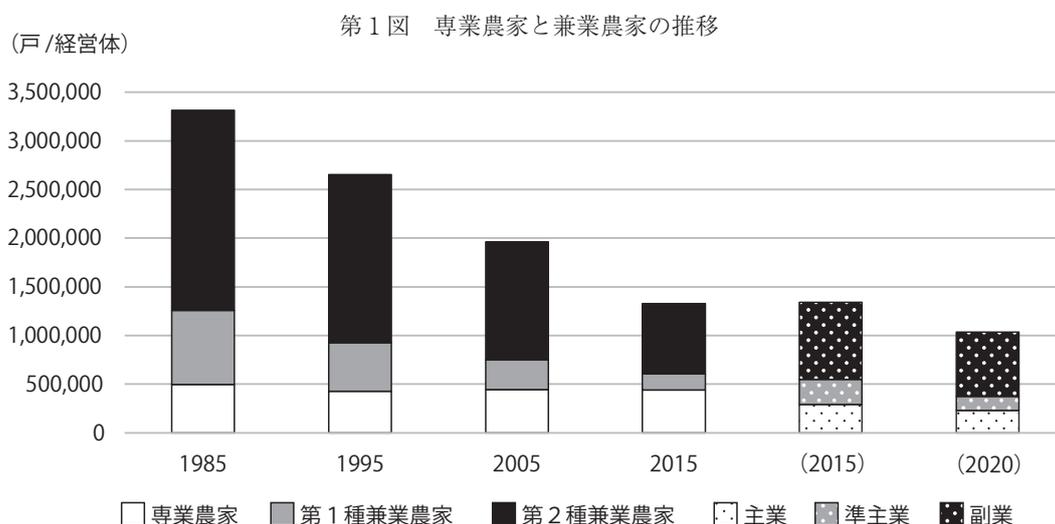
り、安い土地と労働力を求めて農村部に進出した工場という就業先の増加とともに、多世代により家族構成員が豊富だったことで、3ちゃん農業（じいちゃん、ばあちゃん、かあちゃん）により家業として営まれてきた面が強い。1961年の農業基本法の制定によって、農政としては農業でも他産業並みの所得が得られる専門的な農家の育成を図ったが、規模の小さい農家（特に水稲作経営）においては経済的・社会的にも合理的であった兼業農家というスタイルが選ばれ、農業生産の面でも地域資源管理の面においても大きなウエイトを占めてきた。

しかしながら、戦後の日本農業において大きな役割を果たしてきた昭和一けた世代（昭和5年…1930年生まれとして2020年には90歳）の本格的な引退とともに、兼業農家という家業の継承は資金的・意識的なハードルの高さから世代交代は困難となっている。完全な離農（純土地持ち非農家化）は、たとえ農業の担い手（組織）となる経営体に農地を預けることができたとしても、地域資源管理への関与（集落の共同作業への参加として、水路の泥上げや農道清掃、他に畦畔の草刈り、水管理等が挙げられる）が途絶えてしまい、担い手（組織）の経営にも影響がもたらされることが懸念される。兼業農家として留まる形で、あるいは資源管理組織を形成することで、地域農業に関わり続けてもらおうと取り組んでいる経営体もあり¹、それぞ

れの形で農業に参加しやすい形を作ることが、地域農業の維持につながっているとみることができる。

ところで、日本の農業には「三大基本数字」と呼ばれたものがあった。提唱したのは横井時敬で、農家数（約550万戸）、農地面積（約600万町歩（ha））、農業就業人口（約1,400万人）が、明治時代から不変であって、前二者については高度経済成長期まで維持されていた。戦後、非農業部門の吸収によって農村から多くの若年の労働力は流出²したが（中安（1965））、農作業の機械化が進展したこともあり残された家族によって農地面積の維持ができていた。高度経済成長期以降、その数字は崩壊（野田（2011））したものの、かつてはそれだけの人口を農村が抱え、機械化がなされない時代において家々で（2～3人（平均）/戸）農業がなされて、農地が利用（1.1ha（平均）/戸）されていたのである。それを踏まえて、農業センサスで、販売農家のうちの専兼業業別の農家の推移をみていきたい。

第1図は1985年以降の推移であるが、その時点で販売農家（経営耕地面積が30a以上又は調査期日前1年間における農産物販売金額が50万円以上の農家）は約330万戸であり、そのうちの約50万戸（約15%）が世帯員の中に兼業従事者が1人もいない専業農家であった。残りは世帯員が他産業に勤めている兼業農家という構成で、当時から販売農家の8割以上



資料：各年農林業センサスより作成

注1：各定義は、専業農家（世帯員の中に兼業従事者が1人もいない農家）、兼業農家（世帯員の中に兼業従事者が1人以上いる農家）のうち第1種兼業農家（農業所得を主とする兼業農家）、第2種兼業農家（農業所得を従とする兼業農家）、主業経営体（農業所得が主（世帯所得の50%以上が農業所得）で、調査期日前1年間に自営農業に60日以上従事している65歳未満の世帯員がいる個人経営体）、準主業経営体（農外所得が主（世帯所得の50%未満が農業所得）で、調査期日前1年間に自営農業に60日以上従事している65歳未満の世帯員がいる個人経営体）、副業的経営体（調査期日前1年間に自営農業に60日以上従事している65歳未満の世帯員がいない個人経営体）。

注2：2015年までは農家対象の調査であるが、2020年から農業経営体を対象とした調査方式に変更されたため専兼業別農家の調査はなされおらず厳密には接続しない。そのため、2015年の調査結果を個人農業経営体で集計した主副業別の値を用いて傾向を把握している。

は兼業農家であった。1985年から2015年にかけて大きく減少しているのは第2種兼業農家（農業所得を従とする兼業農家）である。2007年から実施された品目横断的経営安定対策によって集落営農が各地で組織されたことにより、小規模な農家は水田を集落営農に預けて、集落営農の構成員となって営農に参加した際に販売農家として把握されなくなった農家もあるが、傾向としては専業農家よりも兼業農家の方が、減少率は高い（むしろ専業農家は、団塊世代の農外就業の定年退職によって微増した面もある）。

2015年から2020年にかけては、販売農家の専業別農家の調査がなされていないため、農業の個人経営体（個人（世帯）で事業を行う経営体³。なお、法人化して事業を行う経営体は含まない）でみると、個人経営体は100万経営体まで減少し、特に準主業経営体（農外所得が主（世帯所得の50%未満が農業所得）で、調査期日前1年間に自営農業に60日以上従事している65歳未満の世帯員がいる個人経営体）が半数近く減少していることから（離農したか、副業経営体に転じたと思われる）、個人経営体において高齢化が進み、兼業農家が準主業・副業経営体という形でいくらか残っているとしても、農業にある程度取り組む若い世帯員がいる個人経営体数は減少しているといえる。

もちろん、個人経営体のみでなく団体経営体を含めた大規模経営体の努力により規模拡大が進められて、農業経営体全体では323万ha（2020年）の農地が耕作されているが、かつてであれば兼業農家が多いたためある程度の共通認識あったり利害関係が共通したりした上で維持することができていた農村社会は、今現在も含めて、これからは同じ形で維持することが困難となりつつある。ゆえに、今現在と同等の農産物を国内で賄おうとするためには、土地持ち非農家を含めた地域住民や、都市住民による農村への関わりが必要になっている。

3. 公務員の兼業について

農家出身の労働者が他産業に就業し、自営農業に取り組む兼業農家はごく一般的であったのは前節で述べた通りであるが、それとは全く別の側面から兼業を概観すると、例えば国家公務員、地方公務員の身分で兼業や副業をすることは、「国家公務員法」、「地方公務員法」によって制限がなされている。

公務員の兼業・副業許可制度の近年の動向については、神山（2022）が国家公務員法と地方公務員法における副業の位置づけと、2018年以降の副業・兼業の普及促進を目的とした厚生労働省の「副業・兼業の促進に関するガイドライン」に対応した許可基準の明

確化がなされたことで、国家公務員の副業・兼業のハードルが下がったとともに、地方公務員においても各自治体でのルールが明確化されれば任命権者の裁量によって十分可能であると整理している。公務員の兼業・副業は、これまで全く許可がなされていなかったわけではなかったが（自営の農業や消防団活動等）、各自治体の問題意識⁴の高まりによって新たに運用がされるようになってきている。

神山（2022）は先行事例として、地方公務員の地域貢献としての副業を推進している自治体を挙げており、地元の第一次産業への補助労働力の提供の例として、北海道鹿部町（主に漁業）と青森県弘前市（りんご限定）を取り上げている。神山（2022）の一部を引用すると、それらでは、まず副業許可の基準の明確化（規則や要綱の作成）が行われていた。あくまで職員の就業時間以外での兼業となるため、鹿部町では労働時間は勤務時間外で週8時間以下、1ヵ月30時間以下であること、週休日および休日に従事すること、公務員としての信用失墜行為がないこと、および報酬は社会通念上相当と認められる範囲であることなどが規定されている。弘前市では、兼業先の農家との利害関係の確認、労働時間は週8時間以下、1ヵ月30時間以下、勤務日は3時間以下であることが定められている。

鹿部町では漁業関連の副業者数は2020年度4名、2021年度7名でいずれもホタテ養殖作業への従事であり、弘前市では2021年度は市職員32名が許可を受け、24農家の元で従事したとのことであり、いずれも件数が多いとはいえず、兼業・副業許可制度の明確化によって地域産業への支援が労働力提供という点で図られたといえる。

以上のように、一部の地域では自治体職員の兼業・副業が認められ始めており、特に一次産業分野での人手不足への対応として今後も広がる可能性が高い。ただし、いざ兼業・副業許可制度を打ち出したとしても、雇用する側の体制が整わなければ、絵に描いた餅になってしまう。弘前市では「1日バイトアプリデイワーク⁵（<https://day.work/>）」を通じて希望農家と自治体職員をつなげていたことから、各自治体でも工夫がなされていると予想される。加えて、公務員が地域産業に関わるということについて、労働力の提供面以外の意義についても示唆を得たい。そのような視点で他の事例をみていきたい。

4. 山形県の事例

調査を行ったのは2023年2月であり、以下に整理した内容はその際に各自治体の担当者にヒアリングと資料の提供を受けた時点のものである。山形県と山形県寒河江市は、特に申し合わせたわけではないが、

2022年のさくらんぼ収穫時期に合わせてさくらんぼ収穫を対象とした自治体職員の兼業・副業の制度を設けた。

(1) 山形県

1) 背景

さくらんぼは収穫時期の初夏が繁忙期であり、なるべく早朝に収穫し、全国に出荷するために丁寧に調整作業を行わなければならない。一部の作業には農家自身が行わねばならないような熟練が求められるが、大多数の農家では農閑期の通年雇用はできないので、収穫を中心とした簡単だが忙しい作業においては季節雇用による対応が行われている。

山形県庁は、2022年に制度化された「やまがたチェリサポ職員制度（愛称「チェリサポ」）」の趣旨について「本県を象徴する農産物であるさくらんぼは、収穫時期に集中して多くの労働力が必要となることから、労働力不足が喫緊の課題となっています。これまで県では、職員有志による収穫作業のボランティア活動等を推奨してきましたが、人手不足の現状が続いていることから、さくらんぼの収穫作業等に限定し、県職員がアルバイトという形で協力しやすくするため、新たに「やまがたチェリサポ職員制度」を導入したものです。なお、県職員がさくらんぼ収穫作業等に従事することで、県全体でさくらんぼ作業を応援する環境づくりにつながることを期待しています」と文書を発出している。

山形県では、2017年から山形県農業労働力確保対策協議会を組織し、具体的にはそれ以前から活動している「さくらんぼ労働力確保対策ワーキングチーム」において、さくらんぼ収穫時期の労働力確保の取組を行っている。労働力のあっせん力の強化ということで、JA 無料紹介所、シルバー人材センター、ハローワーク等を通じた従来からの募集方法の継続と、潜在労働力の掘り起こしとして、作業ガイドや動画を活用を通じた新たに農業に取り組む働き手への作業内容の理解促進の他に、2022年からは1日農業バイトアプリ「デイワーク」の普及啓発にも取り組むことになった。その他、産地間連携推進事業として、2022年度は山形県内のさくらんぼやラ・フランスの収穫時期（夏）に、福岡県・大分県からの人材（イチゴ産地では農閑期）の受け入れにも取り組んだ。

コロナ禍以前は、仙台方面からボランティアやアルバイト、観光農園の利用者という形で、多くの人手を得ることができていたが、感染予防のために他県からの来訪が控えられたため、2020年からのさくらんぼ収穫の時期は、農家は労働力不足に悩ま

された。

山形県ではこれまで入職10年未満の若手職員が6月に研修の一環としてさくらんぼ収穫に取り組んでいたこともあり、収穫そのものは難しくなく、山形県としては初心者向けの仕事であるという感触は以前から持っていた。一部の職員は、無償のボランティア活動としてさくらんぼ収穫を手伝っていたが、報酬があるほうがより作業に責任感が発生するのではという期待や、職員からの地域社会に貢献したいというニーズもあったことから、2021年から検討を重ね、2022年に「さくらんぼは、生産にとどまらず流通・販売、食品加工、観光業等の関連産業の裾野が広く、地域経済への波及効果が大きいため公益性が高いことから」、以下の条件のもと制度が作られた。

2) チェリサポの条件・手続き

対象期間は、2022年の場合は6月1日から7月31日までとし、対象作業はさくらんぼの収穫と出荷調整作業のみとしている。

細かな条件は、①1週間当たり8時間かつ1か月当たり30時間を超えないこと。また、平日の勤務時間外に従事する場合は、1日当たり3時間を超えないこと、②土日、祝日等または平日の勤務時間外であること（ただし年休取得による従事は対象外）、③補助金交付事務を担当する等、利害関係が生じるおそれのある職員でないこと、としている。

具体的な手続きは、①もともとあった「営利企業等従事許可申請書」を、所属長を経由して総務部に提出、②総務部において申請内容を審査し、許可、③『やまがた農業ぷちワーク』で提携しているアプリ「デイワーク」等を活用して、働き先の農家を探す、④実際に作業に従事、という流れである。

時間数の制限は、主には本業に差し障りがないように設定しているものだが、収穫時期のアルバイトで収入を得ている一般の従事者の働き先を奪うかもしれないという懸念もあり、設定されているとのことである。働き先の農家を探すには、「デイワーク」を経由せずに知人や近所の農家で心当たりがあれば、それらを働き先にしてもよい。

なお、後に述べるように実際にアルバイトを行った職員に対してアンケートを行っている。

3) チェリサポの評価

2022年のさくらんぼ収穫時期が終わった8月に、山形県農林水産部農業経営・所得向上推進課として実施状況（職員へのアンケート結果）のプレスリリースを行っている。以下はプレスリリースと別紙のアンケート結果について引用したものである。

営利企業従事許可された職員は50人であり、う

ち実際に作業に従事した職員は、40人であった。従事したのは一般職が大半であるが、課長級や課長補佐級の職員も従事したとのことである。許可者のうち作業実績のない10人の職員の理由は、「さくらんぼの収穫時期が早まったため予定と合わなかった」「近場での募集がなかった」「体調不良」などだった。

実際に作業を行った作業従事日数は、延べ119日で、勤務時間外かつ年休取得による従事は不可であるため、土日の作業が大半だが、平日に2時間程従事するケースもあったようである。生育が早まり収穫期間が短くなったため、申請よりも作業日数が少なくなり、1～2日の従事が多かったが、最大で13日従事した職員もいた。

アンケート回答者の93%が今後もチェリサポ制度を利用して働くことを希望しており、「農業の担い手不足と高齢化を強く感じたから」「現場を知ることができる良い機会となるから」「見聞を広げることが、県職員としての政策立案に資する取組みになるから」という声が聞かれた。一方で、働くことを希望していない回答には、「ボランティアとして手伝いたいから」「体力的に厳しいから」という声があった。

チェリサポ制度に満足しているという回答は86%であり、「さくらんぼ農家の苦労や大変さを知ることができた」「農業に従事することそのものが貴重な体験であった」「農家の方から直接感謝されることで、働きがいがあった」という感想があった。一方で改善・意見として、「(初年度のため手続きが不慣れだったことと、さくらんぼ収穫時期の早期化のため)営利企業等従事許可申請の受付を早めに設定してほしい」「労務管理上の制約(週8時間、月30時間まで等)が多く、農家の助けにはならないと感じる」「申請手続きの簡素化」「作業マニュアルがほしい」等の意見がみられた。作業マニュアルについては山形県としてはウェブサイト等にコンテンツを作っているものの、うまく認知されていなかったとのことなので、チェリサポ制度とともに周知をするようになっている。

職員を雇用した農業者からの声としては、「労働力不足の中で、県職員の副業はありがたい」「副業が他の自治体や民間にも広がり、手伝ってくれる人が増えることを期待している」などが得られたようである。

4) 翌年の改善策とチェリサポの課題

上記のアンケート結果が得られたこともあり、2023年度は対象期間が5月3日から7月17日までと早期化が行われた。また、葉摘みなどの収穫前の

作業も対象になった。

時給については、2022年度は最低賃金(2022年10月5日まで822円、6日以降854円)付近の850円から早朝手当込みで1,000円程となっており、山形県としては特に目安を示していなかったが、農家側の期待により高騰することを懸念して、2023年度からは時給1,500円以下と定めた。補助金交付事務の担当者においては、「さくらんぼ生産者等への」と範囲を狭くすることで、従事が可能となる対象者を広げている。

山形県は、村山、最上、置賜、庄内の4地区に分かれている。それらのうちさくらんぼが多く作られているのは寒河江市や、県庁所在地である山形市も含まれる村山地区である。よって課題があるとすると、県職員は支所を含めて県内の広範囲で勤務しているため、遠方からさくらんぼ収穫の作業のために手続きを行い実際に出向くのは制約が大きく、そういった意味で従事可能な職員が限られる点である。

以上の取組から山形県として兼業・副業に対して前向きな姿勢を見せることで、民間企業への兼業・副業の取組みの広がりを期待している。2022年4月から2023年1月の間に、山形県内ではデイワークを通じて6千件以上の雇用が成立した。そのうち4,354件が果樹関係であり、うちさくらんぼでは2,366件の成立があった。2022年度の生産者の登録数は369人(うち求人をしたのは151人)、求職者は1,451人の登録があり、生産者と求職者の双方で周知が進んでいることから、県全体で労働力を柔軟にマッチングする体制が整ってきているといえる⁶⁾。

(2) 寒河江市

1) 背景

寒河江市では高齢化や担い手不足により、さくらんぼの栽培経営体数の減少とともに、1戸当たりの栽培面積が増加している。コロナ禍前は、大学や企業と連携して、寒河江市が宿泊費や移動費を補助する形で団体のボランティアの受け入れを行っていたが、コロナ禍以降の取組が難しくなっている。その他にも、デイワークアプリの活用や、JAが行っているあぐりヘルパー事業(無料職業紹介事業)を通じた寒河江市農業労働賃金に準じた雇用や、さくらんぼボーナス事業(さくらんぼの作業で25時間以上従事した後に市内産品と引き換えられる商品券が市から給付される)を行っているが、寒河江市のシンボル(栽培面積、出荷量とも県内3位)を守っていくためには、労働力不足に直面するさくらんぼ農家の支援が喫緊の課題であるとして、2021年からさくらんぼ生産農家に限った市職員の兼業従事を検討した。

市議会向けの資料として、「そこで本市では国内の先進的な取組事例（弘前市のりんご、有田市のみかん農家への従事に限り認める）を参考にしながら、さくらんぼ収穫期に限り市職員の農作業を可能とし、労力不足解消の一助とすると共に、市職員のさくらんぼに対する理解と郷土愛の醸成を促します。またこれを契機に、市内事業所等にも本事業が波及すること等も、今後期待したいと考えています」と制度実施の提案をしている。

制度化に先立って2022年4月に市職員254名を対象にアンケートをとったところ（回答率44.5%）、「Q1 さくらんぼの収穫作業などを手伝ったことがあるか」に対して、はい79名、いいえ35名という結果となった。近年は、入職3年目までの初任者研修に、さくらんぼの収穫・箱詰め・選果の作業を取り入れているため、若手を中心に非農家出身であってもさくらんぼの作業をしたことがある職員が増えている。「Q2 さくらんぼ期における農業従事が認められた場合、やってみたいと思うか」に対して、やってみたいと条件が合えばやってみたいは54名と、過半数まではいかないが、ある程度の参加者が見込めた。54名に対して、「Q3 どのくらいの時間従事したいか（複数回答）」に対しては、平日を含めた早朝18名、休日のみ27名、平日も（休暇取得）18名と、従事する意欲が高かった。なお、すでに実家の農業の手伝いをしているため、兼業してまでさくらんぼの作業はしたくないという職員もいたと思われる。

2) 条件

2022年5月に運用方法を定めた。市職員の従事に関する取り扱いについては、「寒河江市職員の営利企業等への従事等制限の許可に関する取扱要綱」及び「寒河江市職員のさくらんぼ農家等への従事等の制限に係る許可に関する事務取扱基準」に準じた運用がなされている。

許可の対象者は、正職員（農林課及び農業委員会事務局を除く）とされており、それまで会計年度職員はもともと兼業が許可されていたが、今回正職員がさくらんぼ収穫の作業において許可されるようになった。

期間は、2022年は6月1日から7月15日とし、従事上限は月30時間とした。時給は、特に指針は示しておらず、早朝は1,000円を超えるが、日中も働くと平均900円程度となるようである。山形県のように年休取得による従事は禁じられていないなど、制限は少ないといえる。

「営利企業等従事許可申請書」の提出にあたっては、①事前に1日農業アルバイト募集アプリ「デイ

ワーク」等を活用して求人に応募する、②従事を希望する職員は、任命権者に「営利企業等従事許可申請書」を提出する、③就労し、賃金を受領する（当事者間の対応）としている。

対象とするさくらんぼ農家は、寒河江市内の農家としており、市外に農地を持っている農家でも寒河江市が本拠地であれば就業が可能である。職員の希望を受けて、農林課が仲介したこともある。

3) 評価

2022年度は、延べ23人が約280時間の従事をしたことがわかった。寒河江市においても、期間終了後に兼業実践者に対してアンケートを行っているのでその内容をみていきたい。

「Q1 従事した作業内容」については、収穫20名、選果0名、パック詰め1名、箱組立て1名、その他0名と、収穫作業に多くの職員が従事していた。

「Q2 従事した作業日数」では、1～2日が5名、3～5日が9名、6～9日が4名、10～14日が2名、15日以上が1名とのことで、大半は10日未満であるものの、多くは複数日従事しており、10日以上従事した職員もいたことがわかった。また、累計時間は5時間未満が3名、5～9時間が4名、10～14時間が6名、15～19時間が3名、20～24時間が2名、25時間以上が3名と、1ヶ月半の間と限られた期間の間でも多くの時間で取り組まれていた。

「Q3 来年もやってみたいか」については、やってみたい5名、条件が合えばやってみたい5名、どちらとも言えない9名、やりたくない2名という結果であった。山形県のアンケート結果と比較すると、やってみたい、条件が合えばやってみたいと答えたのは半数以下であった。翌年継続のモチベーションにつながっていないのは、例えば作業内容の問題なのか、時給の問題なのか、あるいは受入農家とのコミュニケーションの問題なのか、不明である。しかし、公務員の兼業であっても一般の雇用であっても、作業環境の向上が就業継続につながるが大いに見込めるので、それらの面の改善について市役所側から提案ができると良いのかもしれない。

4) 課題

寒河江市においては、2021年から農家向けにデイワークの案内を行ってきたが、高齢農家では導入がなかなか進まず登録には支援が必要だったとのことである。また、それまで知人や家族等の手伝いでまかない、雇用に積極的でない農家に対して無理に勧めることはしないが、さくらんぼの時期以外にもデイワークを通じた就業希望者が見込めることから、雇用をきっかけに農家の負担軽減が図れるよう、外部化できる作業の掘り起こしに取り組むことが必

要であると寒河江市は考えている。

観光農園として整備してきた圃場が複数あり、コロナ禍では観光客を集客できなかったため、あぐりヘルパー事業によって収穫作業者を確保して乗り切った。観光客が作業しやすい低い樹高は収穫作業の初心者にとっても同じく取り組みやすいとわかったことから、木の仕立て方の工夫や、確保できる人手の熟練度によって適した樹園地を選定するなど、適切な作業を割り振ることでさくらんぼという商品の価値を高められるのではないかと農家も手ごたえを感じているとのことである。

5. 愛媛県の事例（松山市）

（1）市職員の農業における兼業・副業について

最後に、愛媛県の事例として松山市を取り上げる。こちらの調査は2024年3月に行ったものである。

松山市では、2023年11月の半ばから2024年の1月半ばまで、市職員の柑橘の収穫作業に対する兼業許可制度に取り組んだ。これまで農家出身者の農業従事や、僧侶などの兼業許可が認められていたが、人事課と農林水産部で調整し、そこに柑橘作業に関する事項も盛り込んだ。

兼業が可能な期間は、11月半ばから翌年1月半ばとしており、品種構成によってはこれより後にも柑橘の収穫作業があるが、これは農家が賃金を支払って人を雇用できる期間は繁忙期であるそこだけであるとして、支払う側に着目して設定しているとのことである。

特に従事上限時間は設定していない。時給についても特に指定はない。松山市においてもデイワークアプリが導入されており、デイワーク経由で兼業先を見つけている。

市職員には26件の兼業許可を出したが、実際に職員が何日間従事したかは集約していない。

特徴的なのは、消防士職の兼業の取り扱いである。消防士は夜勤後に休日を取得するが、他の職員は一度兼業届を出せば良いが、消防士の場合は一日単位で毎回許可申請をする必要がある。スケジュールが出た時点で希望する消防士は消防局長を通じて、市長の許可を得てから、就業先と調整を行うという流れになっている。休日は家族や親戚が手伝ってくれる農家において、平日が休みである消防士に力仕事が任せられるとして、とても重宝されているとのことである。

これまでの事例のように明文化して周知を図っていないため、細部については今後検討する余地はあるように思われる。

（2）デイワークアプリの導入について

2022年の秋から冬にかけて興居島の泊地区の農家

からデイワークの導入について相談があった。その後由良地区の農家からも相談があり、検討が進められた。由良地区にはJAえひめ中央によるアルバイトの無料紹介事業があるため、JA松山市の管轄でそういった事業のない泊地区で2023年に、市の主催で希望者を対象に導入に関する説明会（スマートフォンの操作については、社会共創学部の学生が支援したとのことである）を開き、導入にいたった。由良地区では市職員のみで説明を行った。

最初にデイワークに登録する時には少し難しさがあるものの、内容については一度使ったものをコピーアンドペーストして再度募集することができる。2023年11月15日から2024年1月31日にかけて、松山市が集約したところ（自治体やJAの事務局が農家や就業者のデータをデイワークのシステムから見ることができる）8戸の農家で90人日の作業が成立していた。興居島島外からの従事者が多く、交通費は農家負担であることもあってか、観光気分も少々持ちながら船に乗り、作業をするというスタイルが好評のようである。また、来てもらって相性が良かった従事者に限定して求人公開できる仕組みも活用し、リピーターに対しては安心して作業を任せられるので、雇用に積極的に取り組んでいるとのことである。

こういった取り組みについては、2023年11月15日の松山市広報で周知をしたものの、それ以上の周知活動は松山市としては行っておらず、山形県、寒河江市の支援体制と比較すると、今後の拡充⁷が求められると思われる。

6. おわりに

いずれの自治体でも、兼業許可制度の構築と「デイワークアプリ」の導入がほぼ同じ時期に行われていた。わかりやすく一日単位でシステマチックに雇用契約が結べることで、本業があってもスポット的に仕事ができることが、地方公務員の働き方にも取り入れやすいのだと推察された。また、非農家出身者で農家の知人や親戚がいない場合にも雇用先を見つけられることや、地縁のない人でも働き先が見つけれられるという点は異動を伴う就業者にとっても使いやすいであろう。そういった意味ではデイワークの登場により農業における臨時雇用は大きく変わったといえる。

地方自治体の公務員の兼業許可制度について、山形県においては、山形県、寒河江市に続き、2023年度からは県内の別の自治体も取り組むようになっていく。上山市では、農業に限定せず、市内外であっても公益性が高ければ幅広い活動で報酬を得る許可制度が設けられた⁸。このように地方公務員の幅広い活動が許可されるようになることで、適切な運用が求められ

るのは前提として、職員のモチベーションの維持につながったり、職務内容に良い効果をもたらされたりすることが期待できよう⁹。

山形県のチェリサポ制度の感想をみると、知らないことについて実体験をもとに知れるという、新たな知見を得る機会になっていたのではないかと印象を受ける。つまり、非農家出身者にとって、普段の生活ではあまり関わらない環境で（高齢者中心のさくらんぼ園）、普段は取り組まない活動（農作業）に取り組むことで、兼業収入を得られるのはもちろんのこと、自身の向上心を満たせる教育を受ける機会として取り組むことができたのではないだろうか。もちろん、ボランティアや研修によって経験することもできるだろうが、賃金が発生することによる責任感に加えて、より経済活動に関わるという意識が高まるのではないかと思案する。

最後に、農業部門から移動した労働力により、日本の高度経済成長は支えられてきた。それらの層が圧倒的に薄くなってきた現在、非農業部門の労働力による日本農業の支え方として、農業を兼業先として選べるようなシステムが今後も求められよう。これまで農村部における半農半×という形で農業と他産業を組み合わせるライフスタイルが提唱されてきたが¹⁰、安定的な雇用がなされている環境にある人々においては、生活のためにも本業での就業を続けながら¹¹、農業に追加的に取り組める方策が幅広く展開されている¹²ことで、気軽に臨むことができるのではないだろうか。

注

- 1 集落ぐるみで営農を合理化する集落営農において注視されている。農地を貸し付けた構成員にも農作業を行ってもらったり、共同作業による地域資源管理への補助として交付される「多面的支払交付金」を原資にしたりして、実施がなされている（中村（2018）、品川（2018）等）
- 2 愛媛県の高度経済成長期の人口移動については香月（2020）が、東中南予の別で分析している。
- 3 農林産物の生産を行うか又は委託を受けて農林業作業を行い、生産又は作業に係る面積・頭羽数が、次の規定のいずれかに該当する事業を行う者。農業経営体の場合、「経営耕地面積が30 a以上の規模の農業」か、「農作物の作付面積又は栽培面積、家畜の飼養頭羽数又は出荷羽数、その他の事業の規模が基準以上の農業（例：調査期日前1年間における農業生産物の総販売額50万円に相当する事業の規模）」か、「農作業の受託の事業」のいずれかを行う者。

- 4 農産物の収穫ピーク時への支援という地域産業への寄与はもちろんのことであるが、公務員が勤務先に無許可で兼業・副業したことにより処分がなされる事件が、定期的に報道されている。正当性のある兼業・副業についてガイドラインが設けられていれば、そういった不祥事に至ることも減るのではないかと考えられる。
- 5 Kamakura Industries 株式会社が2019年に公開した農業アルバイト専門の雇用マッチングアプリである。アプリを通じて、雇用したい農家と就業希望者を結びつけることができる。その実績は2019年4,410人、2020年16,493人、2021年41,587人、2022年82,485人、2023年130,514人と、のべ利用者は大きく増加している。農林水産業みらい基金を得て当初JA向けに開発されたが、個人農家でも利用でき、JAも農家も就業希望者も無償で利用できる。雇用は農家と就業希望者との間で契約がなされ、給与は当日払いであり、お互いに口コミで評価をすることができる（<https://www.miraikikin.org/activities/agriculture/kamakura.html>）（2024年7月4日閲覧）。近年はタイミー等のスポット雇用のシステムが幅広い業種向けに開発されているが、タイミーでは手数料が発生するため、デイワークが使える地域ではデイワークを重用していると思われる。
- 6 なお、チェリサポの制度の2024年度の実施概要の資料によると、2023年度は営利企業等従事許可を受けた職員は56名、うち実際に作業に従事した職員が38名、延べ作業従事日数168日とのことである（<https://www.pref.yamagata.jp/140034/cherisapo.html>）（2024年7月4日閲覧）。
- 7 山形県では農家がデイワークに登録する際に労災保険に加入することが望ましいとしているが、松山市では農家に確認はするものの義務づけてはいない。農作業は事故が起りうるため、雇う側の配慮が必要であり、そういった意識付けについても行政が支援していくべきである。「1日農業バイト「daywork」利活用ガイドライン（山形県）」（<https://www.pref.yamagata.jp/140034/sangyo/nourinsuisangyou/nogyo/shien/roudouryoku.html>）（2024年7月4日閲覧）
- 8 「職員が報酬を伴う地域貢献活動等を行う場合の許可基準及び運用について（2023年5月上山市庶務課）」（<https://www.city.kaminoyama.yamagata.jp/soshiki/2/syokuintiikikukuen.html>）（2024年7月4日閲覧）
- 9 ちなみに国立大学法人愛媛大学では、兼業・副業については許可申請制度が用いられているものの、実態としてどのような兼業が行われているか、公開されている情報は技術移転事業者の役員及び研究成果活用企業の役員との兼業に関するもののみである。地域貢献的

な兼業・副業に対するガイドラインが示されれば、松山市の職員のように教職員が兼業・副業として、柑橘の作業に関わる機会が増えるかもしれない。

- 10 塩見直紀氏の提唱。
- 11 本稿では詳しく触れていないが、農業においては一部の労働基準法において適用除外である。本業で法定労働時間分働いており後から農業を兼業先とする場合、労働基準法第41条の適用がある農業が兼業先であれば、1日8時間、週40時間（労働基準法第32条に規定されている「法定労働時間」）を超過した分の割増し賃金の支払いは適用除外となり、支払う必要がない。よって、兼業先としての農業は本業の就業先側からも望ましいと考えられる反面、本業でのガイドラインがなければいくらかでも働けてしまうため、農業での兼業を視野にいれて取り入れる際には注意が必要である。
- 12 愛媛県における有償ボランティア制度では、兼業・副業が許可されていない労働者であっても、有償の「ボランティア」として農作業のお手伝いの対価として地域クーポンを得ることができる。詳しくは竹島（2024）を参照いただきたい。

引用文献

- 香月敏孝（2020）「高度経済成長期の人口移動と農業・農民－「愛媛の農業・農村を考える」①－」調査研究情報誌 ECPR, 1, 70-80.
- 神山智美（2022）「公務員の副業に関する一考察：地域における労働力確保のための検討」富山大学紀要. 富大経済論集 67（3）, 411-439.
- 中村勝則（2018）「秋田県における水田農業の構造変動」『日本の農業－あすへの歩み－ 250・251「縮小再編過程の日本農業－2015年農業センサスと実態分析－』, 68-102.
- 中安定子（1965）『日本の農業－あすへの歩み－ 38「農家出身者の就業形態」』農政調査委員会.
- 野田公夫（2011）「農業構造改革の類型論的検討」農業経済研究 83（3）, 133-145.
- 品川優（2018）「九州水田農業における農業構造変動と集落営農の展開」『日本の農業－あすへの歩み－ 250・251「縮小再編過程の日本農業－2015年農業センサスと実態分析－』, 219-247.
- 竹島久美子（2024）「愛媛県における有償ボランティア制度の実績と課題について：愛媛お手伝いプロジェクトを事例として」農業法研究 59, 100-112.

フィールドワーク・インターンシップ実践報告

地域に根ざした「ぎょしょく教育」普及推進ツール制作活動の経過と意義
－愛媛県愛南町と社会共創学部の協働による活動をもとに－

若 林 良 和* (産業イノベーション学科)
仲 道 雅 輝 (教育・学生支援機構)
笠 岡 泰 然 (産業マネジメント学科学生)
内 藤 麗 (産業マネジメント学科卒業生)
伊 井 洸 晶 (産業イノベーション学科卒業生)
土 居さくら子 (産業イノベーション学科卒業生)
田 村 春 奈 (産業イノベーション学科卒業生)
室 賀 俊 一 (環境デザイン学科卒業生)
岡 本 悠 暉 (地域資源マネジメント学科卒業生)

*責任著者

Process and Significance of the regional settled "Gyoshoku" (Dietary Education concerning Fisheries) spread promotion tool production activity:
A case study on collaboration with Ainan-cho, Ehime Prefecture

Yoshikazu WAKABAYASHI * (Industrial Innovation)
Masaki NAKAMICHI (Office for Educational Planning and Research)
Taizen KASAOKA (Student, Industrial Management)
Rei NAITOU (Graduated Student, Industrial Management)
Hiroaki II (Graduated Student, Industrial Innovation)
Sakurako DOI (Graduated Student, Industrial Innovation)
Haruna TAMURA (Graduated Student, Industrial Innovation)
Shunichi MUROGA (Graduated Student, Environmental Design)
Yuuki OKAMOTO (Graduated Student, Regional Resource Management)

* Corresponding author

キーワード：ぎょしょく教育、ツール制作活動、協働、共創

Keywords: Gyoshoku-kyouiku (Dietary Education concerning Fisheries), tool production activity, collaboration, co-creation

【原稿受付：2024年7月22日 受理・採録決定：2024年8月2日】

要旨

本論文は、魚食普及と食育推進の統合を意図した総合的な水産版食育「ぎょしょく教育」の新たな展開に関する実践報告である。この展開は社会共創学部の教員と学生を中心とするプロジェクト活動と位置付けられ、本論文では「ぎょしょく教育」の普及と推進に向けたツール制作活動の経過を整理し、その意義について論述した。まず、このプロジェクト活動を着想するに至った背景や経緯、愛南町との協働による事業の申請状況、カードゲームの実施方法を整理した。さらに、カードゲーム制作活動の実績報告を時系列で詳細に整理した上で、その意義について社会的な観点と教育的な観点から検討したのである。

1. はじめに

「ぎょしょく教育」は、総合的な水産版食育で、現代日本社会における魚離れの是正に向けた魚食普及の新展開と食育推進に向けて構築されたものである。この新たな概念「ぎょしょく教育」は、2005（平成17）年以降、愛媛県愛南町を中心に県内外の各地において多様な主体が多面的な方法や手立てにより実践されている。¹⁾

本稿の目的は、社会共創学部の学部学生による「ぎょしょく教育」の普及と推進に向けたツール制作活動（以下、制作活動と略す）の経過を整理し、その意義について検討することにある。今回の制作活動は、「ぎょしょく教育」の更なる展開を目指して、「ぎょしょく教育」発祥の地である愛媛県愛南町と社会共創学部の協働を前提とし、教員と学生を中心とするプロジェクト活動と位置付けられる。それで、本稿では、まず、このプロジェクト活動に関して、それを着想するに至った背景や経緯、愛南町と愛媛大学の協働による事業の申請状況、ツール開発としてのカードゲームの実施方法を整理する。次に、カードゲーム制作活動の実績報告を整理した上で、その意義について検討したい。

2. プロジェクト活動の着想の背景・経過

(1) 背景と経緯

「ぎょしょく教育」プロジェクト活動の経緯であるが、まず、今回の活動の端緒は愛媛大学社会共創学部の1年生配当の授業「新入生セミナーB」にある。この授業では、グループワークをもとに、県内の南予・中予・東予地域に生起している地域課題の解決につながる検討を行い、それを発表するものであった。その際にグループで一緒になったメンバーで相談した結果、南予地域の課題と解決策の検討、具体的には、愛南町で実施されていた総合的な水産版食育「ぎょしょく教育」がテーマに設定された。

こうしたグループワークを背景として偶発的に構成されたメンバーで「ぎょしょく教育」の実践的な課題に取り組むことが、このプロジェクト活動のそもそものきっかけとなった。その後、グループワークの検討結果を最後の授業で発表した際に、愛媛新聞の記者から「この内容で、ぜひ、ビジネスコンテストに参加してほしい」という誘いがあったのである。そこで、このグループのメンバーは、内容のブラッシュアップを行って、コンテスト（2019（令和元年）度ビジネスデザイン発見&発表会2019－2020四国大会）に出場したが、受賞には及ばなかった。

しかし、せっかく考えた企画案をこのままで終えるのではなく、ぜひ実現したいという強い思いから、こ

のグループのメンバーが中心になって、「ぎょしょく教育」の構想と実践を行っている産業イノベーション学科教員の筆者（若林）にアドバイスを求めた。筆者（若林）から快諾を得た上で、その指示により、社会共創学部の4学科で横断的に構成される学生8人によるプロジェクトチーム「ぎょシヨッカーズ」が組織され、プロジェクト活動は本格的に始動することになったのである。²⁾

(2) 課題と目的

これまでも指摘されているように、若年層をはじめとする魚離れを是正するための魚食普及、長寿社会の到来と健康の増進を目的とした食育の推進を統合した「ぎょしょく教育」は、多面的に推進されている。ここでは、まず、「ぎょしょく教育」自体の活動をトレースしておく。2005（平成17）年度から愛南町において、愛媛大学と愛南町役場（水産課）、愛南漁業協同組合・久良漁業協同組合の関係者で構成された「愛南町ぎょしょく普及推進協議会」のもとで、「ぎょしょく教育」は本格的にスタートした。2009（平成21）年度に、愛南町内の小学校児童がイラスト化した「ぎょしょく普及戦隊 愛南ぎょレンジャー（2010年に商標登録済み）」が誕生し、また、愛南町外でも「ぎょしょく教育」は実践された。翌年の2010（平成22）年度に愛媛県外でも「ぎょしょく教育」が行われることになったわけである。2011（平成23）年度には、関東圏でも「愛南町ぎょしょく教育出前授業」も本格的に展開され、毎年1千人あまりの参加者があった。さらに、2013（平成25）年度の「ぎょしょく教育」授業の参加者は6千人前後となり、累計で2.5万人を突破し、その後も着実に増加した。それで、2019（令和元年）度には、単独で実施回数が81回（町内47回、町外34回）以上に及び、その参加者数も5,000人を超えた。その結果、「ぎょしょく教育」授業の累計は実施箇所900か所、参加人数約6万人（59,253人）に達したのである。

このように「ぎょしょく教育」が発展してきたなかで、「ぎょしょく教育」の認知と理解をより一層、深めて、若年層の魚への興味や関心を高めるが重要となった。そのためには、カードゲームの製作と普及という教育ツール開発の必要性が再認識された。

「ぎょしょく教育」の考え方を浸透させるには、子供目線でアプローチを行い、中長期的な立場で、魚好きのファンを増やすことが原則になると考えた。特に、小学校児童をターゲットにして、カードゲームの制作と普及は基本となるだろう。カードゲームの制作に着目した理由は、学校にとどまらず、場所を選ばず、どこでも遊びながら学べるからである。このことはプロ

ジェクトメンバー自身がカードゲームで遊び、未だにその内容や方法、そして、知識を覚えているという幼少期の経験からも裏付けられる。

その目的を完遂するために、2種類のカードゲームが構想された。具体的には、対戦型カードゲーム「シャラケット」とカルタ型カードゲーム「さかるた」である。これらのカードゲームは、学校をはじめ多様な生活シーンで遊んでもらえることを前提に、「ぎょしょく教育」のコンテンツはもちろん、近年、注目されている「カリキュラムマネジメント」の考え方も取り入れた。その一環として、環境問題なども含めた幅広い分野を内包したカードゲームが企画されることになったわけである。

3. プロジェクト活動の事業申請

(1) プロジェクト活動推進のための委託事業採択

プロジェクト活動推進のために、愛南町は「愛南町「ぎょしょく」教育普及推進ツールぎょしょくカードゲーム・ぎょしょくかるた（仮称）制作事業」を、愛媛県の「令和3年度 新ふるさとづくり総合支援事業」に申請し採択を受けた。そして、その採択を受けて、「愛南町ぎょしょく普及推進ツール制作業務（委託研究事業）」（以下、本事業と略す）が愛南町から愛媛大学に委託されたのである。³⁾

本事業は、主に小学校児童を対象としたカードゲームによる「ぎょしょく教育」の普及拡大を目的としている。愛南漁業協同組合・久良漁業協同組合、愛南町、愛媛大学の産官学連携で成果をあげてきた「ぎょしょく教育」をさらに展開することに、本事業の主眼がある。本事業は、魚食普及と食育推進を基本に、愛南町の地域水産業に対する理解を更に深めるための企画となっている。これまでの実践成果から、子供の立場や目線に立った企画内容が重要であることは明らかであり、改めて、小学校児童が興味や関心を惹起させるために教育ツール開発が不可欠であった。このカードゲームをもとに、地域水産物に対する認識を深めて、愛南町、南予地域、さらに愛媛県に対するシビックプライドを醸成すると同時に、地域水産物の持続的な消費拡大に連動させていくのが、最終的な本事業の到達点となるわけである。

(2) 委託事業の概要

本事業では、前述のように、対戦型カードゲーム「シャラケット」とカルタ型カードゲーム「さかるた」の2種類を制作するものである。

まず、対戦型カードゲーム「シャラケット」は、魚カードと特殊カードを組み合わせて対戦し、魚の価格やクイズの正誤などによって勝敗を決める。一方、カ

ルタ型カードゲーム「さかるた」は、従来のカルタに加え、取り札に記載のクイズに正解しないと、その札を獲得できないルールになっており、カルタ+aの要素を加えたものである。

これら2種類のカードゲームは、学校やPTA活動、学童保育、自宅などの様々な生活シーンで実践してもらえる教育型カードゲームとなるように配慮した。従来の「ぎょしょく教育」の内容はもちろん、近年、注目されている「カリキュラムマネジメント」の考え方も取り入れた。具体的には、小学校5年生をはじめ小学校高学年の主要教科における指導内容に加えて、環境問題やSDGsなど幅広い分野についてクイズ形式を取り入れて、楽しく遊びながら学べるように工夫した。したがって、本事業にもとづくプロジェクト活動の基本的な課題は、カードゲームに関する制作活動と普及活動である。

本事業の効果としては、2種類のカードゲームの制作と普及という新たな教育ツールの開発を通して、愛媛大学と愛南町が協働で実施している「ぎょしょく教育」の認知と普及の更なる拡大、そして、地域水産物である愛南町産の魚介類の消費拡大につながる事があげられる。このカードゲームを広く普及することは、「ぎょしょく教育」の更なる全国的な認知度の向上に加えて、減少傾向の続く魚介類の消費量拡大の後押しとなるのである。カードゲームの制作は、「ぎょしょく教育」のコンテンツの可視化が展開されて継承も容易となり、持続可能な「ぎょしょく教育」の実践につながる。そして、地域水産物を取り巻く自然環境の保全や社会生活の活性化、産業経済の振興、歴史文化の保存や活用を図れる。近年、小中学生を起点とするブームや流行が思わぬ経済効果を生む可能性も秘めている。したがって、本事業で企画・制作・普及を試みたカードゲームは社会経済的な起爆剤としての役割を担えることも想定できるだろう。

本事業の展開としては、カードゲームの制作後、小学校はもちろん、児童館や公民館など多様な教育現場で行えるように、カードゲームの周知と普及を行い、「ぎょしょく教育」実践の機会拡大を図っていくことにした。具体的には、様々なイベントなどの機会を通してデモンストレーションを実施し、ゲーム内容の改善を図りながら、愛南町内はもちろん、愛媛県内のほか、関東地方や東北地方などで活動範囲を徐々に広げていく予定である。そして、「ぎょしょく教育」のニーズが高まれば、プレイヤー同士が集合した大会などの開催、その優勝者には愛南町の地域水産物の贈呈などが検討でき得る。また、コロナ禍の経験を踏まえて、アプリやオンラインでもゲームができるようにするなどデジタル化もあわせて推進できるだろう。

カードゲームの開発・制作活動は、筆者（若林）の指示のもとに、愛媛大学社会共創学部の産業マネジメント、産業イノベーション、環境デザイン、地域マネジメントの全4学科の学生でプロジェクトチームを編成し、筆者ら（若林と仲道）から包括的な指導を受けながら、自律性のある管理・運営を行っていくことにした。制作されたカードゲームは愛南町において無償配布され、町内での学校行事やイベントで披露されデモンストレーションを実施し、「ぎょしょく教育」活動の新しい教育ツールとして各種の行事・イベントなどで活用されている。

4. カードゲームの実施方法

(1) ゲームの実施方法

1) 対戦型カードゲーム「シャラケット」

対戦型カードゲーム「シャラケット」は、魚カードと特殊カードを組み合わせて対戦し、魚の価格やクイズの正誤などによって勝敗を決めるものである。対戦型の方法は1対1の戦いを想定した。カードは魚カード10枚と特殊カード10枚の合計20枚となっている。（写真1・2参照）

ゲームの対象者は小学校高学年をメインとした。小学校低学年では、少々、難しさを感じるかもしれないが、回数を重ねるにつれて、面白さが変わっていくように設計している。

基本的なルールとしては、春夏秋冬の四季に応じて対戦するが、実際の対戦時の季節から開始し、四季を一巡して1回戦が終了する。たとえば、8月に対戦する場合、1回戦が夏、2回戦は秋、3回戦が冬、4回戦は春から、5回戦が夏から、それぞれ進める。1回戦ごとに、魚カード1枚と特殊カード1枚を組み合わせて戦い、最終的に価格の高いほうが1勝となる。先に3勝したほうが勝者となり、対戦は最大で5回戦まで行う。

次に、ゲームの対戦時においては、大まかに次の5

つの手順がある。

[手順1] 自分と対戦相手は魚カード10枚、特殊カード10枚を区分してそれぞれシャフルする。自分と対戦相手がそれぞれの手元に、魚カード5枚、特殊カード5枚がそれぞれ来るように裏返して配る。その際に、自分も対戦相手も、合計10枚のカードが来るまでカードを見てはいけない。

[手順2] 自分と対戦相手は、それぞれ番号カードで境界線を作るように番号順に一列に並べる。分けられた手前のエリアが自分のエリア、奥のエリアは対戦相手のエリアとして扱われる。自分と対戦相手が現在の四季を確認した後、対戦はスタートする。

[手順3] まず、「マーケットステップ」となり、自分と対戦相手は魚カード1枚を選んで同時に、自分のエリアに出す。じゃんけんで、先攻と後攻の順番が決められる。先攻のプレイヤーから魚に書いてあるクイズに答え、番号カードを裏返して答合わせを行う。

[手順4] 次に、「ヴァリューステップ」となり、先攻のプレイヤーは、特殊カードを魚カードの下につけて出して、クイズに答えて番号カードで確認する。正解した時に書いてある能力にしたがって、魚カードの価格に変動を起こす。その上で、価格を比べて、最終的に価格の高かったプレイヤーを勝利者とする。使用したカードはケースにしまう。

[手順5] それから、「マーケットステップ」に戻り、四季を1つ進めて、第2戦を同様にを行い、そのあと、第3戦、第4戦、第5戦と順々に繰り返し続けていく。そうしたなかで、先に3勝したプレイヤーが勝利者となり、ゲームを終了する。

2) カルタ型カードゲーム「さかるた」

カルタ型カードゲーム「さかるた」は、読み手（親）と複数の取り手（子）で行う。

基本的なルールとして、従来のカルタに+ aの要素を加えたもので、取り札に記載されたクイズに正解した場合に、その札は獲得できるというものである。

次に、ゲームの対戦時、大まかには、次の4つの手順で進める。このゲームの対象も、小学校全年齢であるが、主として小学校低学年とする。このカルタ型カードゲーム「さかるた」は、魚に関する知識を気軽に深めてもらうことを目的とする教育ツールであり、「ぎょしょく教育」授業の導入部分で教育的な効果を得やすいものになっている。（写真3・4参照）

[手順1] 従来のカルタと同様に、読み手が読み札を読み、取り手はそれに該当する取り札を取る。

[手順2] 今回のカードゲームでは、手順1に加えて、



写真1 「シャラケット」魚カード



写真2 「シャラケット」特殊カード



写真3 「さかると」読み札



写真4 「さかると」取り札

取り手は、取った札に書かれているクイズに解答し、正解すれば、その札を獲得する。

〔手順3〕クイズに不正解の場合には、その札は保留となって、その後に読まれる札を獲得した取り手に解答権が移る。次の取り手が正解すると、その札を獲得する。

〔手順4〕さらに、自分が取った札のクイズも正解するとその札も獲得できる。ゲームの順位は、従来のカルタ同様に、取り札の多い順で決定される。

(2) カードなど制作内容

本事業における成果、つまり、制作物の内容と数量は次のとおりであった。①対戦型カードゲーム「シャラケット」では、答え確認カードやケースを含めて1,000セットとそのルールブック（Word形式の電子データ）、②カルタ型カードゲーム「さかると」でも、ケースを含めた1,000セットとそのルールブック（Word形式の電子データ）、③2種類のカードゲームを体験可能なアプリケーション又はコンテンツ（愛南町内の小学校12校に導入されている児童用情報端末で利用可能なもの）、④アプリケーション又はコンテンツに関するPR動画（30秒程度の動画形式の電子データ）、⑤普及活動（愛南町内の小学校12校でデモンストレーション実施用）のために、アプリケーションの利用環境構築マニュアル（Word形式による電子データ）の作成、であった。

(3) 今後の「ぎょしょく教育」とカードゲームの展望

今後のカードゲームを教育ツールとした「ぎょしょく教育」授業は、第一義的に、今回、制作した2種類のカードゲームを様々な人たちに、とりわけ、小学校児童の皆さんに親んでもらって楽しく遊びながら、魚に関する理解を深めてもらえた。ただ、コロナ禍の影響で、プロジェクトメンバーである大学生と小学校

児童の接触回避の傾向が続き、制作活動は大きな制約を受けた。ただ、できるだけ、地域や学校の行事など様々な機会を通して積極的な働きかけが行われた。コロナが5類に移行したことから、プロジェクトメンバーは、多様なニーズを把握した上で、忌憚のない意見や要望を受けながら、カードゲームの内容と実施方法に関する改善を繰り返し、より完成度の高い、2種類のカードゲームにしたいと考えた。

カードゲーム制作の完了後の普及方法としては、まずは、愛媛大学の附属学校園、さらには、城北地区や樽味地区、重信地区周辺の小学校での利用を促進していき、そこから2種類のカードゲームの知名度を徐々に高めつつ、ひいては県内外の小学校児童の間で遊ばれるカードゲームを目指したのである。また、一定の確実な効果や反応が得られれば、広く一般向けの販売も視野に入れて取り組んでいく必要があるだろう。

5. 制作活動の実績報告

2種類のカードゲームの制作活動に関する2021年度の経過について、その実績報告記録を紹介しておく。ここでは、月ごとの時系列にしたがって、制作活動の活動実績をそれぞれ担当したプロジェクトメンバーである学生のコメントとして整理しておく。

2021年6月

(1) 契約の開始（笠岡）

愛媛大学と愛南町の間で受託研究のための契約が締結され、所定の手続きを終えて、補助金の交付は認可された。

大学1年生から取り組み始めたプロジェクト活動が、3年生になったタイミングで実現できることになり、プロジェクトメンバーは2021年度の最大の楽しみとなった。活動の規模が大きくなり、書類作成など事務作業も増加し、作業手順の総合的な調整など、初めて経験する作業には多く苦労した。幸い、筆者ら（若林と仲道）、社会共創学部事務課の職員から指導があり、手続きを完了することができた。契約締結によって生じる権利と義務を確認するなかで、学生プロジェクトメンバーのリーダーとしては、身が引き締まる思いがするとともに、ワクワクする期待感が大きく膨らんだのである。

(2) カードの制作（室賀、内藤）

プロジェクトメンバーは2種類のカードゲームに関するルールやデザインなど、本格的な作成に着手した。対戦型ゲーム「シャラケット」は、過去のカードゲームを踏襲しつつ、より小学校児童が楽しみやすいルールへと改良された。カルタ型ゲーム「さかると」

は、採用する魚の選択、読み札の文章とクイズの検討を進めた。特に、クイズの内容は、難しすぎず、かつ、価値ある学びの実現というコンセプトのもとで、小学校児童の学習内容と照合しながら、試行錯誤が繰り返されたわけである。

(3) デモンストレーションの企画 (田村)

プロジェクトメンバーは愛南町内の小学校で7～8月に実施予定のカードのデモンストレーションのイベント企画を検討した。プロジェクトメンバーは、これまで1年間以上かけて考えてきたカードゲームを子供たちに実際に楽しく遊んでもらえることを期待して、嬉しい気持ちを込めて企画の準備を始めた。プロジェクトメンバーはデモンストレーションの日時や内容、備品などの詳細も検討した。

プロジェクトメンバーは、愛南町水産課からイベント企画の計画書の作成方法などの指導を受け、より良い内容に改善できた。これまで、補助金などの資金を用いたイベント企画の経験がなかったので、プロジェクトメンバーは慎重に検討していった。それで、イベントの企画において始める前に個別の計画と年間計画を並行して立てたほうが合理的であることを、プロジェクトメンバーは学んだ。

2021年7月

(4) カードのデータ起こし (岡本)

2種類のカードはAdobe illustratorを利用して制作することにした。所属ゼミでAdobe illustratorを用いたコンテンツ制作は、これまでに何度も行っていた。しかし、カードゲームの制作は今回、初めての経験であり、挑戦の意味も含めて楽しんで行うことができた。カードのデザインは特に、色合いと分かりやすさに注意を払った。

色合いについては、プロジェクトメンバーはメリハリのある色を用いること、各種類のカードが問題なく識別できることの2点に注意して制作した。そして、色の見え方が一般の人と異なる、いわゆる色弱者の方にも、しっかりとカードを識別でき、変わりなく遊んでもらえるように、プロジェクトメンバーはカラーユニバーサルデザインに配慮した。

分かりやすさに関しては、プロジェクトメンバーは、「遊びながら学ぶ」というカードゲームの主旨を踏まえ、遊びから学びの動線づくりを念頭に、カードデザインの中で工夫した。知育玩具の「遊びながら学ぶ」という2つのニーズをかなえる商品づくりの難しさが実感でき、コンテンツ制作における新しい知見を得ることができた。

(5) デモンストレーションIの企画と実施 (伊井)

新型コロナウイルスの拡大が危惧されるなか、第1回のデモンストレーションは7月13日、愛南町内の小学校(愛南町立柏小学校、以下、柏小学校と略す)で実施できた。今回の目的は、小学校児童のゲーム性(面白さ、難易度、所要時間など)に対する反応や評価を確認し、今後のカードゲームの更なる改良であった。

当日、柏小学校の児童35名、教職員10名、愛南町水産課職員6名、本学関係者3名が参画した。綿密な事前打合せの上、デモンストレーションの実施、そして、アンケートの実施後に、反省会が行われた。

柏小学校の教職員の皆さんのご協力により、プロジェクトメンバーは充実した経験となり、また、有意義なデータを確保できた。まず、第一義的に、対象となった1年生から6年生までの小学校児童の皆さんには、2種類のゲームを楽しんでもらえたことが良かった。終了後、小学校児童からカードゲームがほしいという要望もあって、うれしかった。また、カードゲームに対する反応が低学年と高学年での違いを実感できた。したがって、カードゲームの制作における課題として、小学校児童に適したルールやカードで使用する文字のフォント、クイズの難易度や妥当性、網羅性などの改善点が浮き彫りになった。また、愛南町の地域特性に沿ったものにするために、魚種の選抜について再検討する課題も把握できた。(写真5・6参照)



写真5 デモンストレーションI-①
(「さかるた」、愛南町立柏小学校)



写真6 デモンストレーションI-②
(「シャラケット」、愛南町立柏小学校)

今回のデモンストレーションでは、小学校児童に新しいゲームを楽しく遊んでもらうことは容易なことではなかった。それで、今回の取組は分かりやすい説明や適切なスケジュール管理の重要性が痛感でき、改良に向けて良いきっかけとなった。

(6) デモンストレーションⅡの企画 (田村、室賀)

第2回のデモンストレーションは、夏休み期間中の愛南町での実施を想定した。第1回の経験を踏まえて、少し規模を拡大したものが企画された。そして、プロジェクトメンバーは、第1回の目的でもあったカードゲームの改良に加えて、小学校児童の魚に関する興味や関心を把握できるような企画を考えた。

具体的には、カードゲームによる楽しい学びと遊びのほか、プロジェクトメンバーの得意分野を活かしながら、魚についての講座やクイズ大会などが企画立案された。そのためには、愛南町役場の職員の方々や愛南町在住のプロジェクトメンバー（産業イノベーション学科海洋生産科学コースの学生）との綿密な連絡が不可欠だと考えた。また、コロナ感染の拡大のために、その状況の把握、感染対策の検討が極めて重要だと実感した。

2021年8月

(7) カードゲームの改善 (室賀、土居)

7月のデモンストレーションで得られた評価（小学校児童の感想や意見などのアンケート結果、実践時の反応）をもとに、カードゲームの内容（難易度やクイズ形式など）を詳細に吟味し、大幅な改定が加えられた。

カルタ型カードゲーム「さかるた」では、プロジェクトメンバーは、小学校児童にとってより深い学びとなるように、内容（問題）を最初から修正し直した。彼らのふるさとである愛南町に関連した問題を増やし、学習指導要領をもとに難易度の是正が進められた。

対戦型カードゲーム「シャラケット」では、小学校児童の理解しやすいゲーム性への改良が行われた。プロジェクトメンバーは他のカードゲームの要素を分析し直して、対象年齢ごとで定量化してみたところ、思考の時間と範囲に問題のあることが判明した。そのため、選択する要素を絞り込んで、思考時間を短縮するなどゲーム性の変更が加えられた。

(8) デモンストレーションⅡの中止 (田村、室賀)

愛南町で8月25日に愛南町子ども塾で実施予定であったデモンストレーションは、新型コロナウイルスの感染拡大のために中止せざるを得なかった。プロジェクトメンバーとしては、企画内容の更新など、準備を進めてきただけで、とても辛いものがあった。ただ、気を取

り直して、新型コロナが収まった際に円滑に実施できるように、プロジェクトメンバーは準備を進めておくこととした。

(9) 「ぎょショッカーズ」のロゴ作成 (岡本)

プロジェクトメンバーは Adobe Illustrator を用いて、プロジェクトメンバーの団体「ぎょショッカーズ」のロゴを作成した。ロゴには、「魚をモチーフとする」、「愛媛大学の学生によるプロジェクト」という2点を入れ込み、このプロジェクト活動をシンボリックに表すような最適なものが作成できた。

ロゴの魚は、タイをイメージしており、真ん中を割り抜いてタイの体を跳ねさせることで、愛媛県の頭文字である「e」になるように工夫した。背びれには「ehime university」、胴体には本プロジェクトの中核である「ぎょしょく教育」が取り入れられた。(写真7参照)



写真7 「ぎょショッカーズ」のロゴ

2021年9月

(10) カードゲームのルールに関する動画（簡易版）の制作 (岡本)

カードゲームのルールに関する動画の制作は Adobe Premiere Pro を使用した。このソフトを用いた動画制作は趣味程度でしか行ったことがなかったが、このプロジェクト活動で実用性を高めたいと考えて制作したわけである。プロジェクトメンバーは、動画一つですぐに遊ぶことができるように、分かりやすくルール解説となる工夫を行った。簡易版のために、BGMや効果音、エフェクトなどを入れておらず、淡白な動画になったことが反省点である。ただ、この動画は、できるだけ多くの方に視聴してもらうための活動として、とても貴重な経験となった。

(11) デジタル化の検討 (笠岡)

カードゲームのデジタル化は、プロジェクト活動の成果物として大きなポイントであったが、今回、最も苦戦した。その理由は、限られた資金と時間、そして、デジタル化の専門性が高かったことである。ゲーム制作企業への発注だと、数百万の費用が必要となる。他

方、学生レベルの知識や技術では大幅な時間を要することになった。したがって、この点については、本学社会共創学部教員や愛南町役場の関係者と相談をしながら、最適解を模索したのである。

プロジェクトメンバーはカードゲームのデジタル化に関して、費用と時間の莫大さ、そして、技術的な困難さを痛感した。今回のカードゲームの事業規模は、専門的な企業と比較すれば小規模であったが、カードゲームのデジタル化に関する発注作業の内容と流れを理解することができ、大いに勉強になったわけである。

2021年10月

(12) デモンストレーションⅡの企画と実施 (田村)

懸案となっていたデモンストレーションⅡが、筆者ら(若林と仲道)の尽力により愛媛大学附属小学校(以下、附属小学校と略す)で10月28日に実施できることになった。事前打合せの後、デモンストレーションを実施し、その日のうちに反省会も開催した。当日の参加者は、附属小学校の児童29名と教職員2名、愛媛大学関係者5名であった。7月に実施したデモンストレーションでの実績を踏まえて効率よく実施することに心がけた。(写真8・9・10参照)

最初に、プロジェクトメンバーは動画を用いてカードゲームのルール解説を行った。小学校児童に対するゲームの説明は、これまで経験する機会が限られていたため、プロジェクトメンバーは予想以上に苦慮したが、何とかやり遂げられた。7月の実施と同様に、2種類のゲームに関して、小学校児童には十分、楽しんでもらったようであった。使用するカードの内容の改善に加えて、デモンストレーションの内容や進行など企画の工夫も極めて重要であることを、プロジェクトメンバーは実感した。カードゲーム実施時の小学校児童の動きを間近で見ていて、企画者として多くの多様な情報が得られた。そのため、これまで不明瞭であった小学校児童の目線が明確になり、内容改善は容易になったのである。それに、前回より課題となっていたクイズの難易度、さらに、小学校児童だけで遊べるように配慮することなどの改善点も把握でき、さらに調整していく必要があった。

(13) デジタル化案の作成 (岡本)

プロジェクトメンバーとの間で、デジタル化案が話し合いにより作成された。具体的には、アプリ版のデザインの検討、ルールの改定であった。特に、ゲームの進行が複雑な対戦型カードゲーム「シャラケット」では、アプリ版を制作する上で簡略化しながら、スムーズに進行できるかが大きな課題となった。アプリ版では、プロジェクトメンバーはアナログ版での本来



写真8 デモンストレーションⅡ-①
(ゲーム説明、愛媛大学附属小学校)



写真9 デモンストレーションⅡ-②
(「さかるた」、愛媛大学附属小学校)



写真10 デモンストレーションⅡ-③
(「シャラケット」、愛媛大学附属小学校)

のルールを踏襲しながら、より簡単に遊べるように工夫を重ねた。この結果、アプリ版の制作はアナログ版とデジタル版の双方で遊べるカードゲーム制作の第一歩となったわけである。

(14) デジタル化の外注 (笠岡)

プロジェクトのステークホルダーとの相談を重ねた結果、デジタル化はプログラミング分野にも精通しリーズナブルな価格で制作してくれる合同会社EIS(松山市)に外注できることになった。カードゲーム制作の目的や意図を理解し、関心を持ってもらった結

果、時間や費用に大きな制約があるなかで、外注契約は締結できた。合同会社 EIS の関係者から事業の推進に対する深い理解と協力を得られたことは極めて大きかった。(写真 11 参照)

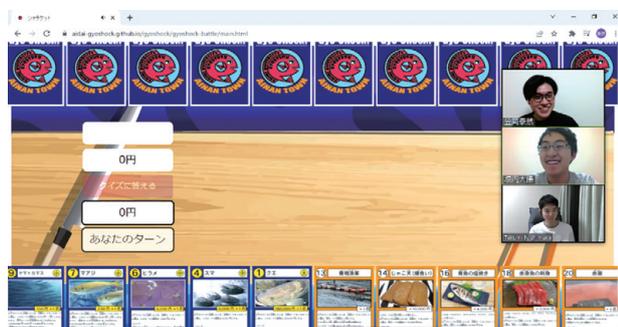


写真11 ゲームのデジタル化に向けた制作会社とのリモート会議

プロジェクトメンバーだけでは、そのネットワークと交渉が不可能であった。それで、プロジェクトメンバーは、ステークホルダーからの支援と協力に感謝するとともに、改めてネットワークと協議プロセスの重要性を痛感した。

2021年11月

(15) デジタル化仕様の作成 (室賀、土居)

プロジェクトメンバーは、カルタ型カードゲーム「さかるた」と対戦型カードゲーム「シャラケット」のデジタル化にあたり、カードゲームのシステム化を図るために、ルールの見直しや明確化に努めて、仕様全体の検討と調整を進めた。

カルタ型カードゲーム「さかるた」は、問題に答えやすいように3択で解答する形式に統一した。また、デジタル化において、カルタ型カードゲーム「さかるた」は、複数人ではなく個人で遊ぶことのできる仕様にするため、取り札を探す時間に制限を設けて、一人でも楽しんでもらえるようなルールに改定された。対戦型カードゲーム「シャラケット」でも、カルタ型カードゲーム「さかるた」と同様に、デジタル化に向けて、3択で解答するクイズ形式を採用して簡略化した。

プロジェクトメンバーはデジタルゲームを遊んでもらうことで、紙媒体でのゲームにも広がることも期待しており、両方のゲームの相乗効果を意識しながら、デジタル化仕様を作成されたのである。

2021年12月

(16) 画像データの収集 (伊井)

カードゲームの制作には、数十種類に及ぶ魚介類の画像データが必要となった。使用する画像データ(写

真)は、小学校児童がより興味を持ちやすいように臨場感の溢れることを条件とした。これには、四国水族館の協力が得られた。プロジェクトメンバーはカメラを用意し、四国水族館で飼育されている魚介類の写真を撮影できた。プロジェクトメンバーは写真撮影の難しさを実感したわけである。

(17) デジタル化に向けたデザインの作成 (室賀)

プロジェクトメンバーはデジタル化に向けて、adobe illustrator を利用してゲーム背景を作成した。海を題材にして平面の中に奥行きが生まれるように、色合いや魚影が工夫された。今回の作成は初めてのことで慣れない作業であったことから、多く時間を要したが、プロジェクトメンバーの協力により納得のいくデザインに仕上がった。

2022年1月

(18) アナログカードの完成と印刷 (土居、田村)

プロジェクトメンバーは四国水族館などで得られた写真(画像データ)のなかから、小学校児童に興味を持ってもらえる写真を選別してカードに使用し、印刷の依頼を行った。

対戦型カードゲーム「シャラケット」では、プロジェクトメンバーが彼らにワクワクしてもらえるように迫力のあるカードを意識してデザインを作成した。カルタ型カードゲーム「さかるた」については、文字を見やすくするなどの改善が行われた。

カードの修正ができるのはこの段階が最後であったため、プロジェクトメンバーは、小学校児童にインパクトを与えられる写真か、見やすい文字か、適切なふりがなかなど小学校児童の目線に立ってカードの最終的なチェックと調整を行った。

(19) デジタル化デザインの作成 (岡本)

デジタル化で使用するカードの最終的な調整が行われた。プロジェクトメンバーは、カードデザインの最終確認のほか、3択問題となっているか、カードに書かれている文章表現が適切か、などをアプリの制作者と何度も確認をしながら修正を加えたのである。プロジェクトメンバーは、解釈の違いや言い回しの表記ゆれなど、細かなミスに気づき、文章校正力の向上を図ることができた。

(20) デジタル化ルール動画の作成 (内藤)

デジタル化したゲームのルール解説動画が作成された。プロジェクトメンバーは実際にプレイをする動画をベースに説明を加えたが、実際に遊ぶ小学校児童にも伝わりやすく簡潔に1分程度にまとめた。その際に

は、文字量や動画のスピードなど、工夫の必要な点が多くあって、作成が難航した。しかし、制作会社のアドバイスや助力で、プロジェクトメンバーは動画の速度を落としたり、楽しみながら視聴できるように効果音を活用したりして、完成させることができた。

2022年2月

(21) 遠隔デモンストレーションの実施依頼（田村）

プロジェクトメンバーは1月に愛南町内で3度目のデモンストレーション実施を企画したが、新型コロナウイルス感染の拡大によって中止せざるを得なかった。それで、愛南町関係者と協議し、プロジェクトメンバーは実施方法を変更し、可能な範囲で、2種類のカードゲームで遊んでもらう機会を設けることにした。愛南町内の小学校全12校において、2月中旬以降、遠隔によるデモンストレーションを企画して実施した。これまで、2回のデモンストレーションの実績を踏まえて、プロジェクトメンバーが手分けして各小学校にメールで依頼を連絡した。ただ、統一的な企画書の作成と依頼ができなかったことは残念であった。

実施にあたり、プロジェクトメンバーは、カードゲームのルール説明の動画を視聴した上で、各学校でゲームを楽しんでもらうことにした。そして、今後の普及活動に近い形での実施となり、プロジェクトメンバーは小学校児童たちのみでゲームのできる環境づくりを試みた。また、プロジェクトメンバーはこれまでのカードゲームに加えて、デジタル化したゲームを実際に試してもらうことにした。そのために、デジタル化用に作成したアンケートが実施できた。その実施は柏小学校1校（児童28名、教職員5名の参画）のみであったが、アンケート結果から小学校児童の反応や改善点が把握できた。全体的には、楽しんでもらえた上に、また、もっと遊びたいという希望もあった。ゲームの難易度やルール解説については、不断の改善と工夫が求められた。

(22) デジタル化デザインの作成（室賀、田村）

プロジェクトメンバーはデジタル化デザインとして、ゲームの背景を作成した。「シャラケット」のデザイン制作者は2度目の作成ということで、adobe illustrator を使用し前回よりも短期間でイメージどおりのものを作成できた。内容的には、魚をさばくことをイメージして、まな板や包丁、箸などの道具がアイテムとして取り入れられた。また、最背面にはスマの特徴的な背中模様をモチーフにして、オリジナリティのあるデザインに仕上げることができた。

なお、「さかるた」のデザイン作成も同様に、adobe illustrator を使用したが、担当したプロジェクトメン

バーは未経験であったこともあり、操作経験のあるプロジェクトメンバーのアドバイスをもとに作成した。影の付け方やデザイン構成に苦慮したが、良いデザインのカードができた。ただ、船のイラストや空・海のデザインは、もう少しリアリティーのあるものにしたかった。今後も、プロジェクトメンバーは adobe illustrator を使ってデザイン作成のレベルアップの重要性を痛感したのである。

2022年3月

(23) PR 動画の作成（室賀）

プロジェクトメンバーはデジタル版とアナログ版のリリースに向けて、PR 動画を作成した。Adobe premiere pro を利用し、「シャラケット」は自主的に製作され、「さかるた」が制作会社へ外注した。外注した理由は、製作時間が極めて限られることに加えて、小学校低学年にも受け入れてもらって効果的な PR とするためである。

「さかるた」の動画は、明るいトーンでゲームをやってみたいと思うようなものが完成した。それを参考して、「シャラケット」の動画作成も着手された。プロジェクトメンバーは小学校高学年をメインにした他のカードゲーム広告の構成も取り入れながら動画を作成した。その結果、両方とも独自性のある PR 動画を作成することができた。

(24) ルールブックの作成（土居）

まず、「さかるた」のルールブックは、一般的なカルタのルールを準用している。しかし、クイズに正解しないと札を獲得できなど独自のルールがあることから、プロジェクトメンバーは初めて参加する人同士でも円滑にプレイできるように配慮した。特に、子供たち同士が自発的にこのゲームで遊び合い、クイズをもとに反復学習し、魚介類に対する基礎知識の定着と向上を目指した。そして、「ぎょしょく」への関心と理解の深化という基本的な目標とするために、直感的に理解できる内容が心掛けられた。そのため、ルールブックは、イラストや図を多用するとともに、平易な短い文章で説明された。

また、「シャラケット」のルールブックは、小学校高学年を主要な対象とする1対1の対戦型であり、情報量が多いことを念頭にして作成した。まず、カードゲームとしての戦略性やカードそのものの魅力をアピールすることを前提に、大まかなゲームの流れの説明とカード自体の情報が簡潔に説明された。さらに、ゲーム展開そのものに興味や関心を持ってもらえるように配慮しつつ、ステップごとの名称設定、カード1枚ごとに魚介類や漁法の特徴などを盛り込んでカード

の種類ごとの魅力が伝わるように工夫された。「シャラケット」の難易度は、「さかるた」よりも、はるかにレベルアップされていることから、段階的な学習内容の向上を意図した設計とした。こうして、プロジェクトメンバーは「シャラケット」のゲーム性、より高度な知識を体得し、「ぎょしょく教育」との親和性を目指し、その浸透を図ることにしたのである。

(25) 制作完了と小括(笠岡)

今回の制作活動は、紆余曲折があったものの、受託研究期間1年という契約期間内に完了した。大学1年次から取り組んできた課題が具体化し結実できたことに、プロジェクトメンバー全員は達成感を得られた。その背景には、制作資金の獲得と運用が大きい。受託研究以前では、プロジェクトメンバーが稼いだアルバイト代の一部を持ちだしていたが、自分たちの構想しているものに届かないもどかしさを感じ続けていた。そうしたなかで、今回、筆者(若林)をはじめ愛媛大学、愛南町役場など地域ステークホルダーの協業により、280万円余りの莫大な資金を得られたことで、プロジェクトメンバーは当初の構想に近づけ、充実感を得ることができた。

他方、従来に比べて、大きな資金を得られ、受託契約による活動・取組という責任と義務が生じ、プロジェクトメンバーはこれまでの経験のない責任感を覚えた。1年間という限られた契約期間のなかで成果をあげる必要があったことから、プロジェクトメンバーは毎週、ミーティングや交渉を行い、週単位や月単位の業務内容や実施計画を見直して実施した。また、受託期間中は、コロナ禍という特殊な状況下での実施であったため、数々の制約を受けて困難を極めた。こうした状況を克服できたのは、週単位でミーティングを重ねたメンバー、筆者ら(若林と仲道)、さらには、愛南町職員の皆さんとの綿密なコミュニケーションとサポートがあったからである。プロジェクトメンバーは改めて、コミュニケーションの重要性を痛感した。

今回の活動・取組は、通常の大学の授業(座学やゼミナール)では、決して学ぶことができないものであった。プロジェクトメンバーが中心になって、能動的、かつ、主体的な活動であり、学部の学生という立場でありながら、このような期間で資金運用する機会を得たのは、非常に良い経験となったわけである。

6. おわりに

本稿では、「ぎょしょく教育」普及推進ツール「さかるた」「シャラケット」という2種類のカードゲームの制作活動の背景や経緯、制作事業の申請、実施方法、実績報告をトレースしてきた。最後に、こうした一

連の記述を踏まえて、今回の制作活動の意義について、社会的な観点と教育的な観点から検討しておきたい。

まず、社会的な意義としては、以下の2点が指摘できるだろう。第1に、今回の制作活動は、いうまでもなく、本来的に、魚食普及を意識した食育の推進のための「ぎょしょく教育」において、その普及と浸透を図るための新たな有益な教育ツール開発であり、今後の新たな活動の推進の一助となる。第2に、これまでの地域の産学官民の連携実績を踏まえながら、プロジェクトメンバーである学生の活動を起点にした地域ぐるみの連携が深化し、地域的にも大きな意義が生まれている。こうした域学連携の重要性は明白であり、地域コミュニティのレベルでも意義深いといえよう。筆者(若林)は、「食育共創」、つまり、共創(共に新たな価値の創生)として食育実践を提唱している。さらに、これを換言すれば、食の価値共創に不可欠な「地域と世代」に着目した食育となるが、今回の制作活動は、地域密着と世代重視に通底する重要な取組に位置付けられる。⁴⁾

それから、教育的な意義としては、今回の制作活動は極めて大きなものがあり、以下の2点が指摘できよう。第1に、時系列的にみると、入学直後の社会共創学部の新入生向けの授業を契機とし、新型コロナの感染拡大下のなかで、その問題意識を持続させてより深化させ、試行錯誤的な活動を繰り返した。プロジェクトメンバーの学生たちは、制作技術などのスキルアップ、そして、様々な場面での確かな関係調整を図ることができた。第2に、制作活動に当たった学生には本学部の学科横断的な構成になることを、筆者(若林)は期待し、それを指示し続けた。「ぎょしょく教育」をテーマとすることから、海洋生産科学コースのある産業イノベーション学科が中心となるのは理解できる。ただ、「ぎょしょく教育」の本来的な意図や内容からすれば、社会共創学部の全学科に通底するコンテンツやメソッドが存在することを説いた。幸いにして、活動のきっかけが学部横断的であったし、プロジェクトメンバーの学生各自は、きちんと自覚し、学科横断的な活動は効果的で効率的なものになることを体現してくれた。

こうした制作活動を通して、プロジェクトメンバーの学生たち個々の次元で、それぞれ「成長」があった。そのことは、前述した実践報告のコメント、さらに、完了時の小括から十分に裏付けられる。それは、社会共創学部が標榜する多様なポリシー(新たな価値の創造、地域課題解決力の醸成、分野横断型の着想など)につながり、社会共創学部が求めている人材育成に資するものであるといえるだろう。プロジェクトメンバーの学生の多くは卒業後、就職したり、大学院進

学したりしている。たとえば、就職した卒業生の場合、自ら希望する業種・職種に納得して就職し、社会で活躍している。卒業生との交流があって話を聞いたり、また、就職先の雇用主からの評価を聞いたりするなかで、今回の制作活動はインパクトがあり、進路決定の動機付けや課題達成につながった。また、何よりも、様々な困難な状況を前にしても諦めることなく、課題解決に向けて周囲の協力を仰ぎ、メンバー相互で協働し、責任感をもって目標を達成した経験は得難いものであり、今後の行動指針となり得る質の高い経験となったといえる。今回の制作活動は、探究的な視点と実践を横断的に総合的な方法で推進し、課題の解決につながる取組の一助となった。また、そのために不可欠となる、資質の涵養や能力の開発の機会にも、今回の制作活動がなり得たのである。そして、一連の制作活動の所産としては、まず、可視的には2種類のカードゲームそのものがあげられる。さらに、根底的には人的なネットワークの形成、多面的な知見の獲得、協働性を前提とした主体的な知的創造力の醸成などが重要な所産となった。したがって、今回の制作活動は社会的な意義と教育的な意義の双方によるシナジー効果もみられたのである。

それから、最後に付記しておきたいことがある。それは愛南町ぎょしょく普及推進協議会が2022(令和4)年6月、農水省の「第6回食育活動表彰」を受けたことである。産学官連携で地域水産業の魅力発信したことが受賞理由であるが、今回の制作活動を完遂できたことの裏付けでもある。「ぎょしょく教育」の推進には、綿密な連携、包括的な協業の更なる蓄積が重要であり、この制作活動は、その一助、いや、それ以上の機能を果たすことができるだろう。(写真12参照)



写真12 第6回食育活動表彰の盾

謝辞

今回のプロジェクト活動の事業推進においては、愛南町の関係者各位に多方面で絶大な協力と支援を得た。とりわけ、愛南町水産課には、愛媛県の「新ふるさとづくり総合支援事業」の申請から実際の事業(制作活動)の完了にいたるまでの多面的な支援、そして、愛南町教育委員会や愛南町立柏小学校をはじめとする愛南町内の各小学校、愛媛大学附属小学校の児童、教職員の皆さんには、ガードゲームのデモンストレーションで協力を賜った。この場も借りて、改めて、深謝したい。

注

- 1) これまでの「ぎょしょく教育」活動に関する詳細な分析(筆者の若林が中心になって取りまとめたもの)としては、若林(2008)、愛南町ぎょしょく普及推進協議会・愛南町・愛媛大学[若林良和](2011)、愛南町ぎょしょく普及推進協議会・愛媛大学[若林良和](2012)、若林・阿部(2018)、若林(2019)、若林(2020)、若林・猪野(2021)、南予水産研究センター[若林良和](2022)などが多数あり、それらを参照されたい。また、「ぎょしょく教育」に関するHP(「ピアザ愛南ぎょしょく 愛南の生みを知る交流広場」:<https://www.ainan-gyoshoku.jp>)も参考になる。
- 2) 詳細は、ぎょショッカーズ[伊井洗晶、岡本悠暉、笠岡泰然、田村春奈、土居さくら子、内藤麗、室賀俊一、幅田千裕](2019)を参照のこと。
- 3) 本事業の概要は、「受託研究契約書」によれば、研究題目:愛南町ぎょしょく教育普及推進ツール作成、研究担当者:社会共創学部教授・若林良和(研究総括)、教育・学生支援機構教育企画室講師・仲道雅輝(研究進捗管理者)、研究経費286万円(うち、間接経費66万円)、研究期間(委託期間):2021(令和3)年4月21日から2022(令和4)年3月18日、となっている。
- 4) 「食育共創」の概念とその重要性、さらには、それに関連して、これからの水産振興や食育推進のあり方については、若林(2021)の「はじめに」pp.3-8、「おわりに」pp.252-258を参照のこと。

文献

- 愛南町ぎょしょく普及推進協議会・愛南町・愛媛大学[若林良和](2011)愛南ぎょしょく教育プラン、愛南町ぎょしょく普及推進協議会・愛南町、31P.
- 愛南町ぎょしょく普及推進協議会・愛南町・愛媛大学[若林良和](2012)愛南町にける「ぎょしょく教育」授業の現状と展開、愛南町ぎょしょく普及推進協議会、45P.
- 愛媛大学南予水産研究センター[若林良和](2022)「ぎょしょく教育」のDXで日本の水産業を持続可能な成長産業へ! (『電気ふるさと』69)、pp.8-11.

地域に根ざした「ぎょしょく教育」普及推進ツール制作活動の経過と意義

- ぎょショッカーズ（2019）ぎょしょく教育普及のためのカードゲーム制作報告書、8P.
- 若林良和編著（2008）ぎょしょく教育 愛媛県愛南町発水産版食育の実践と提言、筑波書房、162P.
- 若林良和・阿部覚（2018）「ぎょしょく教育」活動の軌跡と新展開 -水産分野における就学前食育の検討-（水産振興 52（12）・612号）、113P.
- 若林良和（2019）第1章 地域水産物を利用した「ぎょしょく教育」のコンテンツと地域的意義 -「愛南ぎょレンジャー」をもとにした検討-（若林良和・市川虎彦 愛媛学を拓く、創風社出版）、pp.11-34.
- 若林良和（2020）コラム：「ぎょしょく教育」で、地域の水産業を元気に！（若林良和・市川虎彦（責任編集者） 大学的愛媛ガイド、昭和堂）、pp.122-126.
- 若林良和（2021）食育共創論 -地域密着と世代重視の実践から食の未来を拓く、筑波書房、261P
- 若林良和・猪野啓士郎（2021）第1章「ぎょしょく教育」による食育共創の方向性 -地域水産業を素材とした学校教育での実践を通して-（若林良和『食育共創論-地域密着と世代重視の実践から食の未来を拓く』、筑波書房）、pp.16-31.

愛媛大学社会共創学部紀要編集委員会内規

[平成28年7月26日制定]

(設置)

第1条 社会共創学部（以下「本学部」という。）に、紀要編集委員会（以下「委員会」という。）を置く。

(審議事項)

第2条 委員会は、紀要の編集・発行に関して必要な事項を審議し、実施する。

(組織)

第3条 委員会は、本学部の各学科より選出された教員各1名をもって組織する。

2 前項の委員の任期は1年とし、再任を妨げない。ただし、委員に欠員が生じた場合の後任者の任期は、前任者の残任期間とする。

3 委員会が特に必要と認めるときは、委員会が指名する者を委員として加えることができる。この委員の任期は委員会が定める。

(委員長)

第4条 委員会には委員長を置き、委員の互選により選出する。

2 委員長は、委員会を招集し、その議長となる。

3 委員長に事故あるときは、委員長があらかじめ指名する委員が、その職務を代行する。

(議事)

第5条 委員会は、委員の3分の2以上の出席がなければ議事を開くことができない。

2 議事は、出席した委員の過半数をもって決し、可否同数のときは、議長の決するところによる。

(代理者)

第6条 第3条第1項の委員が委員会に出席できないときは、委員長に申し出て代理者を委員会に出席させることができる。この場合において、代理者は同項の委員とみなす。

(委員以外の者の出席)

第7条 学部長は、委員会に出席することができる。ただし、議決には加わらない。

2 委員長が必要と認めるときは、委員以外の者を委員会に出席させ、説明又は意見を聴くことができる。

(報告)

第8条 委員長は、委員会で審議した事項について、その結果を学部長及び企画運営委員会に報告しなければならない。

(書記)

第9条 委員会に書記を置き、委員の互選によって選出する。

2 書記は、委員会の議事録を作成し、委員長の確認を経た上で、議事録を保管する。

(雑則)

第10条 この内規に定めるもののほか、委員会の運営に関し必要な事項は、委員会が定める。

附 則

この内規は、平成28年7月26日から施行する。

附 則

この内規は、令和4年9月30日から施行する。

愛媛大学社会共創学部紀要投稿規程

[平成28年7月26日制定]

愛媛大学社会共創学部紀要（以下「紀要」という。）を、愛媛大学社会共創学部（以下「本学部」という。）の教員などの研究成果等を発表するために発行する。紀要の編集・発行等の業務は、愛媛大学社会共創学部紀要編集委員会（以下「編集委員会」という。）が行う。

1. 投稿の資格

責任著者（Corresponding author）は本学部教員に限る。責任著者は、論文の内容および投稿、論文の審査や出版に関する編集委員会からの連絡に対応する責任を有し、出版後も論文に対する問い合わせ窓口となる。また、筆頭著者以外の著者でも責任著者となる資格を有する。

筆頭著者については、本学部教員に加えて本学部生および本学部の卒業生もその資格を有する。その他の共著者については、本学部教員以外の愛媛大学所属者を含んでもよい。また、特段の事情によって愛媛大学に所属しない共著者を含める場合は、事前に編集委員会の了承を得るものとする。

2. 原稿の作成

1) 執筆の方法

原稿は、別途定める執筆要領に基づき、執筆するものとする。

2) 使用言語

原稿は、和文または英文とする。特段の事情によって他の言語を用いる場合は、事前に編集委員会の了承を得るものとする。

3) 論文の種別

(1) 論説

学術的に価値ある研究成果をまとめたものとし、未発表のものに限る。

(2) フィールドワーク・インターンシップ実践報告

本学部における教育活動ないし地域貢献などを目的に実施したフィールドワークやインターンシップの実践例をまとめたものとする。

(3) 資料・学部記事

上記種別の他、学術・教育上、あるいは地域貢献などに関わる内容で、本学部の運営に寄与すると編集委員会が認めたものとする。

4) ページの上限

「論説」は完成原稿でA4版12ページ、「フィールドワーク・インターンシップ実践報告」「資料・学部記事」は同5ページを上限とする。特段の事情によってこれを超過する場合は、編集委員会の了承を得るものとし、超過分の経費は著者負担とする。

5) 論文の審査

「論説」原稿の採否は、編集委員会が選出する査読者による審査を経た後、編集委員会が決定する。

6) 校正

校正は、原則として著者自身が行うものとする。

3. 発行

1) 論文の公開

論文は全て電子ファイル化したものを完成原稿とし、このファイルを本学部ホームページ上に公開した時点をもって紀要の発行とする。紀要全体の印刷媒体は発行しない。また、紀要の発行は、原則として年2回とし、第1巻第1号、第1巻第2号のように表記する。

2) 著作権など

著作権は、掲載受理された段階で本学部へ帰属するものとする。

附 則

この規程は、平成28年7月26日から施行する。

附 則

この規程は、令和4年9月30日から施行する。

附 則

この規程は、令和6年4月1日から施行する。

愛媛大学社会共創学部紀要執筆要領

[平成28年7月26日制定]

1. 使用言語は、原則として日本語あるいは英語とする。

2. 記載順序

原稿は、題目（和文及び英文）、著者名（フルネーム、日本語及び英語の両方、責任著者の右肩に*を付記する）、著者の所属（社会共創学部教員は学科名、それ以外の者は正式な所属機関名とし、日本語および英語の両方の名称を記入する）、要旨（和文は400字程度、英文は150語程度）、キーワード3～5語（日本語及び英語の両方）、本文、引用文献の順に記入する。謝辞などを記入する場合は、引用文献の前に入れる。

3. 体裁

句読点の種類は「、」と「。」とする。章節項などの構成、図表の体裁、注釈の付け方、引用文献の記載方法などは、著者が所属する学会等が定める形式に従うものとする。なお、刷上り原稿は、A4サイズ2段組のレイアウトとなる（題目、要旨などを除く）。

4. 図および表

本文の内容に沿った図および表を原稿に含めることができる。写真については、原則として図に含める。

5. 原稿の提出方法

第2～4条に沿った打出し原稿1部を、紀要編集委員会が定める期日までに提出する。なお、著者自身が完成原稿の体裁に整える必要はない。原稿が受理された後、原稿の電子データ等一式を紀要編集委員会に提出する。

6. 投稿規程第2条第4項に定めるとおり、刷上り時のページ上限を上回る際の超過分の経費は著者負担とし、その額は必要な経費に応じて紀要編集委員会がそのつど決定する。

附 則

この要領は、平成28年7月26日から施行する。

附 則

この要領は、令和4年9月30日から施行する。

附 則

この要領は、令和6年4月1日から施行する。

紀要編集委員

委員長	教授	羽鳥 剛史 (環境デザイン学科)
委員	助教	岡村 伊織 (産業マネジメント学科)
委員	講師	秀野 晃大 (産業イノベーション学科)
委員	助教	石川慶一郎 (地域資源マネジメント学科)

愛媛大学社会共創学部紀要

Journal of the Faculty of Collaborative Regional Innovation,
Ehime University

第8巻第2号 (Vol. 8-2)

2024年9月

発行

愛媛大学社会共創学部

〒790-8577 愛媛県松山市文京町3番

電話 089-927-8927