

外部連携を基盤とした放射線を題材とする課題研究の取り組みとその教育的意義

栃木県立大田原高等学校 加藤信行

1. はじめに

「総合的な探究の時間」では、探究の見方・考え方を働かせ、横断的・総合的な学習を行うことを通して、自己の在り方生き方を考えながら、よりよく課題を発見し解決していくための資質・能力を育成することを目指している。¹⁾多くの学校では、生徒が現代社会の課題や自身の興味・関心に基づいてテーマを設定し、課題研究を進めている。その中でも、「エネルギー」や「環境」、「防災」、「まちづくり」といった地域課題に焦点を当てた取り組みが多く見られる一方で、除去土壌の最終処分や処理水の海洋放出といった現代社会における放射線関連の課題は重要であるにもかかわらず、放射線をテーマに設定する事例は被災地を除いて依然として少ないのが現状である。その理由の一つとして、放射線というテーマは専門的な知識や技術が必要とされ、測定器などの機材、測定対象の準備が難しいことが挙げられる。また、生徒自身が「自分ごと」としてこれらの問題を捉えられず、課題として意識しづらいことも関係していると考えられる。しかし、こうした課題に取り組むことで得られる学びは、生徒にとって非常に大きな意味を持つ。「総合的な探究の時間」の目標に照らしても、放射線に関連する現代社会の課題に挑むことは、生徒にとって大きな成長の機会であり、学びを深める貴重な体験となる。そのため、放射線に関連する課題をテーマに据え、外部連携を活かして実践された課題研究活動の事例を紹介したい。

2. 総合的な探究の時間における探究活動事例

(1) 本校の課題研究の取組

栃木県立大田原高等学校（以下、大田原高校）は、2019年度に文部科学省からスーパーサイエンスハイスクール（以下、SSH）の指定（2019年度から2023年度）を受け、将来、国際的に活躍し得る科学技術人材等の育成を目指し、研究開発課題「志と科学的リテラシーを育む文理融合型課題研究の開発」と題し、各種取組の開発実践に取り組んだ。2024年度から文部科学省よりSSH（Ⅱ期）の指定（2024年度から2028年度）を受け、研究開発課題を「グローバルな視点と総合知の活用により創造性を育む文理融合型課題研究の開発」と題し、発展的な研究開発に取り組んでいる。²⁾総合的な探究の時間は、本校における探究学習の中核を担う活動であり、テーマの設定から調査・実験の実施、そして英語での発表に至るまで、1年生から3年生までの一貫したプログラムとして実施されている（図1）。

1年生では、社会の諸問題を学ぶために、専門家による講義や本校教員による実践的なワークショップが行われる。また、地域資源を活用した見学会やフィールドワークも実施され、生徒は地域に目を向けつつ、現代社会が抱える課題に対する理解を深める機会を得る。これらの学びを基盤として、生徒は各自の興味関心に基づいた課題研究の研究計画書を作成する。課題研究はグループで行われ、班ごとに協力しながらテーマに取り組む点が特徴である。2024年度からは、研究計画書討論会で大学院生や学部生による助言を経て、本格的な課題研究に着手している。研究のテーマやフィールドは非常に多岐にわたり、自然科学や社会科学、さらには文理を横断する領域まで広がっている。生徒は校内外での調査や実験を通じて、探究的な学びを深める。2年生の11月には、ポスター発表会が開かれ、生徒はポスター発表を通じて研究成果を発表する。ここでは、大学教授をはじめとする有識者との質疑応答が行われ、専門的な視点からの助言やフィードバックを得ることができる。これにより、生徒は自らの研究を客観的に見直し、再度データを収集したり、仮説を修正したりするプロセスを経て、研究の質をさらに高めていく。最終的には、2月

に代表生徒による成果発表が開催され、各班の研究の集大成が披露される。そして、3年生になると、それまでの研究成果を英訳し、英語での発表を行う。英語での発表は、国際的な視野を養うとともに、自分の考えを世界に向けて発信する能力を培う重要なステップとなっている。これらの探究活動は、生徒の問題解決能力を育成するだけでなく、グローバルな視野を持ち、科学技術を通じて社会に貢献する人材の育成にも寄与している。

1学年（1単位）		2学年（2単位）		3学年（1単位）		
班別探究Ⅰ		班別探究Ⅱ		班別探究Ⅲ		
探究講座Ⅰ		探究講座Ⅱ		探究講座Ⅲ		
1 学期	○グループ編制 ○先行研究	・SSHガイダンス ・課題研究ガイダンスⅠ ・社会問題啓発講座 ・ICT研修① ・研究倫理 ・大テーマ別説明会	○ゼミ選択 (テーマ再検討) ○実験・調査	・課題研究ガイダンスⅡ ・スキルアップ講座 (選択制) ・統計学講座Ⅱ	○英語活用 ↓	・課題研究ガイダンスⅢ ・プレゼンスキル講座Ⅲ
1minプレゼン【1年：見学・2年：発表（研究紹介）】					3年：英語活用発表会	
夏	那須野が原探訪会		データ処理集中講義		海外校との連携事業	
2 学期	異学年連携ゼミ ○ゼミ決定 ○研究計画 ↓	・社会問題啓発講座 ・ICT研修② ・質問力向上講座 ・統計学講座Ⅰ ・プレゼンスキル講座Ⅰ	異学年連携ゼミ ○実験・調査 ↓	・プレゼンスキル講座Ⅱ ・質問力向上講座	○論文作成 ↓	・論文講座Ⅱ ○各種コンテストへの参加
1年：計画書討論会					2年：ポスター発表会	
○TIME TA ○実験・調査					○論文作成 ↓	
○各種コンテストへの参加					○各種コンテストへの参加	
冬						
3 学期	成果発表会【1年：見学・2年：発表（代表グループ）】					○大高論文データバンク ○大高論文集の発刊
	中間発表会【1年：発表・2年：見学】					



栃木県立大田原高等学校

スーパーサイエンスハイスクール指定校Ⅱ期（2024～2028）
グローバルな視点と総合知の活用により創造性を育む文理融合型課題研究の開発



図1 課題研究年間概要（SSHⅡ期計画）

(2) 課題研究の指導体制

本校の課題研究は、全校を挙げて取り組むものであり、国語、数学、英語、社会、理科の5教科の教員だけでなく、保健体育や芸術科、家庭科、さらには養護教諭に至るまで、広範な教員が指導教員として携わっている。担当するグループの研究テーマが必ずしも教員の専門分野に合致するとは限らないことも多いため、幅広いサポート体制が必要となる。そのため、本校では教科間の連携にとどまらず、各研究分野に応じた指導教員グループ制を構築している。この体制により、生徒たちは専門的な視点を多角的に学ぶ機会が得られ、より深い探究活動が可能となっている。また、本校は外部団体との連携を積極的に推進しており、外部の指導助言や専門的な装置の利用を通じて、探究活動をさらに深めている。

3. 外部連携を活用した放射線を題材とする課題研究の取組

(1) 外部団体との連携事例

2019年度から、毎年秋に1泊2日で福島県相馬郡飯舘村を訪問し、放射線や復興について現地で学ぶ「飯舘村実地研修（以下、実地研修）」事業を開始した。³⁾ 東京大学大学院農学生命科学研究科教授の溝口勝氏、認定NPO法人ふくしま再生の会、現地で図図倉庫を運営する合同会社MARBLiNGの協力を頂きながら各種施設の見学や空間放射線量率や放射能濃度の測定実習、村民の方々との交流など現地でしかできない研修を実施している。

2024年度からは新たに、環境省福島地方環境事務所、(株)コムテック地域工学研究所との連携を開始した。飯舘村長泥地区環境再生事業の見学を通して、除去土壌の再生利用について学ぶことができ研修内容がさらに充実したものとなった。

【主な連携・見学先事例】

① 図図倉庫 (ZUTTOSOKO) (福島県相馬郡飯舘村深谷)

ホームセンターの跡地を改装して作られた交流スペース「図図倉庫」は、村の人や科学者、アーティスト、学生など分野、地域、世代の垣根を超えていろんな人が集まり、飯舘村や世界が抱える環境問題と、これからの地域環境づくりにアプローチする「秘密基地」である。^{4,5)} このスペースは、地域環境づくりを考えるための重要な拠点となっている(図2)。

施設内には、霧箱や震災後も続けられてきた2万本に及ぶ土壌サンプリングの実物など、被災地の現実を示す貴重なサンプルや展示品(図3)が多数並べられている。これらの展示は、放射線や土壌の影響を直接目にすることができるだけでなく、復興に向けた科学的データとしても重要である。

さらに、アートとサイエンスを融合させた展示が特徴的であり、高校生たちの興味を引きつける内容となっている。生徒たちはその斬新な視点からの展示に強く惹かれ、展示物に食い入るように見学していた。 β^- 崩壊だけでなく、 β^+ 崩壊についても言及されているなど放射性崩壊に関する詳細な展示物の数々であり、原子核物理の視点から放射線について理解を深めることができる。「図図倉庫」は、地域社会と自然環境の関わりについて深く考える場を提供し、未来の環境保護や復興活動に向けた重要な学びの場となっている。



図2 合同会社 MARBLiNG 共同代表の
矢野氏より説明をいただく参加者



図3 松塚土壌博物館から採取した土壌

② 飯舘村長泥地区環境再生事業 (福島県相馬郡飯舘村長泥)

環境省福島地方環境事務所が福島県飯舘村長泥地区で実施している「飯舘村長泥地区環境再生事業」は、飯舘村で発生した放射能濃度が5,000Bq/kg以下の除去土壌を異物除去等の工程を経て再生資材化し、盛土を行い、その上に覆土することで営農しやすい農地の盛土造成をする事業である。⁶⁾ 長泥コミュニティセンターで概要説明(図4)を受けた後、作物の安全性や生育性を確かめるため、実際に再生資材化した除去土壌と作土による覆土をした実用規模の水田を作り栽培試験を行った水田試験エリア(図5)を見学した。

2025年3月までに福島県内の除染によって生じた除去土壌等は福島県外で最終処分されることが決まっている。しかし、福島県外の生徒の多くはこの事実を知らず、その情報に大きな衝撃を受けた。これまで「他人ごと」として捉えていた生徒が、「自分ごと」として認識できるようになった生徒もいた。環境問題や放射線に関する学びをより一層深め、地域や社会とのつながりを意識する重要なきっかけとなった。



図4 概要説明受講の様子



図5 水田試験エリア見学の様子

(2) 学校間連携の事例

学校間の連携も進んでおり、2024年9月21日・22日、1泊2日で開催した実地研修では、福島県立安積高等学校（以下、安積高校）と福島県立白河高等学校（以下、白河高校）と合同で飯舘村を訪問した。参加生徒は大田原高校39名、安積高校7名、白河高校4名の計50名である。また、本校OBの東京大学の学生2名や三重大学大学院の大学院生1名、和歌山県立向陽高等学校の教員1名も参加するなど多種多様な参加者で研修を行うことができた。

研修では、放射線量率の測定や、土壌や米・栗などの食物に含まれるセシウム137の放射能濃度測定を体験し、科学的な視点から放射線について理解することができた。2日目には、本校と白河高校の生徒が「復興ディスカッション」を実施し、被災地の現状や課題、高校生が考える「復興の定義」や「高校生ができること」について活発なディスカッションを行い、その結果をポスターにまとめて発表した（図6, 7, 8）。異なる地域から集まった生徒たちが互いに情報を共有し、意見交換を行うことで、単なる知識の蓄積にとどまらず、より深い考察が生まれることを再認識した。

参加者からは、「福島県の高校生でも災害や復興に対する関心が徐々に薄れつつある中で、他県の高校生が真剣に復興に取り組む姿を見て、福島県の高校生たちは刺激を受け、自分たちの課題を再確認することができる。」という声が聞かれた。このような他地域との連携により、生徒たちは新たな視点を学び、復興に対する関心を高めることができた。

さらに、2024年10月26日、環境省福島地方環境事務所及び（株）コムテック地域工学研究所の協力のもと栃木県立大田原女子高等学校（以下、大田原女子高校）との合同研修を行った。参加した大田原高校5名、大田原女子高校10名、計15名の生徒は、東日本大震災・原子力災害伝承館（福島県双葉郡双葉町）や飯舘村長泥地区環境再生事業を見学した。飯舘村長泥地区では、水田試験エリアにおいて放射線量率の測定を行い、放射線に対する理解を深めるとともに、振り返り際には、参加者間でディスカッションを行った。

参加した生徒からは、「今回の研修を通して、東日本大震災で実際に被害があった場所などを初めて見て、こんなにすごい災害が日本で起きたのだと改めて実感することが出来た。復興するために除去土壌などを使って、地元の人が戻ってこられる環境を作っていることを知ることが出来た。これから自分に出来ることは何があるのかと考えた時に、家族や友達、学校の先生とかに今回の話をして広めて行きたい。」「東日本大震災の影響や原発事故の状況、人々の思いや様々な機関による復興への活動など、知らないことが多くあった。よく考えれば今まで詳しいことは知らずに、原発事故などを知った気になっていたと思う。知らないということは風評被害にも繋がるし、復興の妨げになるものでもあると改めていと感じた。」などの感想が見られた。

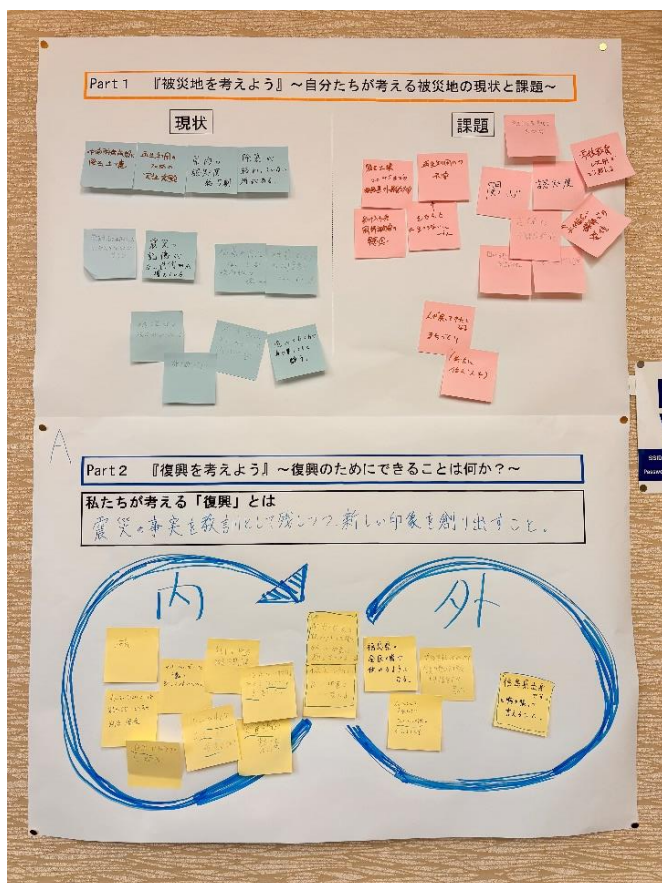


図6 生徒がディスカッション時に使用したワークシート



図7 ワークショップの様子



図8 ポスターセッションの様子

(3) テーマ設定につながる取組事例

実地研修では、震災後の復興や放射線の影響について学び、そこから得られた知識や経験をもとに、社会の諸問題に対して課題意識を持つ生徒が多い。研修参加者は、単なる校外学習にとどまらず、外部連携を通じて実践的に学び、実体験を友人たちと共有することで、課題研究のテーマ及び研究課題を具体的に設定することができる。

また、実地研修参加者はその経験をもとにリーフレット（図9）を作成・配布したり、学校祭でポスター掲示（図10）を行ったりしている。参加者の情報発信を通じて、生徒は「東日本大震災」、「原子力災害」、「復興」、「放射線」などのキーワードに早い段階から触れることができる。そのため、これらの課題に対する関心が自然と高まり、1年生のうちから社会問題への理解が深まっていく。

総合的な学習の時間における課題研究では「被災地の復興」や「放射線」などをテーマに選ぶグループが毎年複数見られ、2024年度の1・2年生の課題研究では、4グループが「放射線」や「放射能」などに関連するテーマを選び、文理融合型のアプローチで探究活動を行っている。これらのグループは、理系と文系の視点を融合しながら、放射線に関する科学的な知識とその社会的影響を研究テーマに据え、幅広い視点から課題に取り組んでいる（図11）。

さらに、本校教員による課題研究における探究スキルの向上を目的としたスキルアップ講座も開催し、「見えないものを“みる”」というテーマで放射線測定に関する実習講座を実施している。この講座では、放射線という目に見えない現象をどのように測定し、科学的に理解するかを実践的に学ぶ機会としている。放射線に関する正しい知識・技能を身につけさせることを目指し、生徒の主体性を尊重しながら指導を行っている。

このように、実地研修や学内での情報発信を通じて、震災や原子力災害、被災地の復興といった現代社会の複雑な問題に触れ、その課題に対して探究心を育む環境を整え、テーマ設定の一助としている。



図9 生徒作成リーフレット



図10 学校祭ポスター掲示



図11 テーマ設定ディスカッションの様子

(4) 生徒課題研究の事例1(放射線量率の測定事例)

テーマ「放射線の正しい理解を促進するための校内および地域での測定とデータ可視化の実践」

「放射線とは何だろうか?」という問いからテーマ設定を始め、基礎知識を身につけるために、『中学生・高校生のための放射線副読本』(文部科学省発行)を活用して調べ学習を進めた。生徒たちは放射線に関する理解を深めながら、「天候によって空間放射線量率は変化するのだろうか」、「東京電力福島第一原子力発電所事故により放出された放射性物質の影響は栃木県北部にもあった。県北地域の大田原市でまだその時の影響は残っているのだろうか」などの疑問を持ち、探究活動を開始した。

生徒たちは簡易環境放射線測定器を使用し、校内のさまざまな場所で空間放射線量率を測定した(図12)。また、本校の学校行事である「85 キロ強歩(図13)」の道中でも放射線量率を測定し、その結果を地図上にマッピングする作業を行った。さらに、生徒たちは実地研修にも参加し、道中の空間放射線量率の測定を行った。大田原市と被災地での放射線量率の違いを比較検討し、その結果を基にさらなる考察を深めた。実地体験を通じて、単なる理論的な学びに留まらず、放射線に対する理解を実際のデータに基づいて具体化することができた。

生徒は、漠然とした疑問からスタートし、知識を学びつつ実際に測定を行うことで、新たな課題を発見し、その課題を次の探究活動へと発展させていく。教員からの「なぜ」という問いかけが、生徒に自ら考える機会を与え、その過程で生徒が主体的に行動できるように実践の場や方法を提供し、支援することが重要であると考えた。



図 12 構内の放射線量率測定



図 13 学校行事「85 キロ強歩」

(5) 生徒課題研究の事例 2（放射能濃度の測定事例）

テーマ「放射能濃度に対する野生キノコの生育環境と調理方法の影響分析」

栃木県北部における原木しいたけの出荷制限に対する課題意識から研究がスタートした。生徒たちは、キノコが放射性物質であるセシウム 137 を高い割合で吸収する性質に疑問を抱き、地元の JA や県立博物館に助言をいただきながら、先行研究やインタビューを通して、キノコや放射線に関する知識を深めた。その後、キノコの生息環境である土壌や樹木の幹との関連性、さらに、キノコの調理方法が放射能濃度に及ぼす影響について調査するため、被災地に生息する野生のキノコを対象に試料を採取した（図 14）。採取した試料の放射能濃度は、認定 NPO 法人ふくしま再生の会の北原氏に指導いただきながら現地に設置された検出器（ガンマ線スペクトロメータ）を用いて測定された（図 15）。

現地のキノコ採取では、採取場所の管理者から事前に許可を取得し、現地の方々から事前調査の情報提供を受けるなど、準備段階から安全確認を徹底した。採取当日は、認定 NPO 法人ふくしま再生の会の菅野氏に同行していただき、ゴム手袋などの適切な装備を整えて試料採取を実施した。また、除染が行われていない可能性がある地域での調査であったため、空間放射線量率を測定しながら調査時間を短縮するなど、放射線に対する安全策を講じつつ研究を進めた。このような地域住民との協力や適切な安全管理を徹底した上で行われた調査により、野生のキノコの放射能濃度が生育環境や調理によってどう変化するかを知る貴重なデータを得ることができた。生徒は、夜遅くまでの測定であったが、「時間がたつのを忘れていた。研究がこんなに面白いとは思わなかった。」と興奮しながら、実験データについて話していた。

この研究は専門性の高い内容であったが、専門家の協力を得ることで円滑に進めることができた。生徒たちは知識を習得するだけでなく、自ら課題意識を持ち、実際に試料を採取し、測定を行うという主体的な活動を通じて、研究の理解を一層深めることができた。



図 14 キノコ採取の様子



図 15 採取したキノコの放射能濃度を測定

(5) 課題研究成果の外部発信

課題研究の成果を発表することで、生徒たちのプレゼンテーション能力の向上を図っている。研究内容はポスター形式にまとめ、発表する機会を設けている。11月には校内でポスター発表会を開催し、生徒たちは自らの研究成果を他者に伝える場としている。さらに、2月には代表グループが最終的な成果発表を行い、他の生徒や教員、外部の有識者との交流を通じて発表スキルをさらに磨く場となっている（図16）。

2024年3月は、第3回復興農学会研究会高校生ポスターセッション（図17）に2グループが参加し、学会での発表にも挑戦した。これにより、生徒たちは専門的な場で自らの研究を発信する経験を積み、プレゼンテーション能力だけでなく、専門的な用語や概念の正確な使用を身につけることができた。「放射線」や「放射能」、「放射性物質」といった専門用語を正しく用いることで、発表内容に信頼性を持たせ、相手に分かりやすく伝える練習にもなっている。

生徒たちは発表の過程で放射線の安全性と危険性の両面を正しく理解し、客観的かつ科学的根拠に基づいた情報を伝えるスキルも養われ、誤解や偏見を排除する力を高めることができる。さらに、このような成果の普及を通して、高校生の視点から震災を知らない世代に対して有効な情報発信を行うことができる。震災や放射線に関する正しい情報を発信することは、次世代への重要なメッセージとなり、社会における防災意識や科学的理解の向上に貢献するものである。



図16 2023年度SSH課題研究成果発表会
口頭発表の様子



図17 第3回復興農学会研究会高校生ポスター
セッション発表の様子

4. おわりに

放射線の基礎知識から、実際の測定やデータ解析に至るまで、理論と実践を融合させた教育が展開されることで、生徒は科学的な視点から社会問題を捉え、データに基づいた論理的な議論や提案を行う力を培っている。特に、外部連携や実地研修を通じ、放射線という専門性の高いテーマに向き合うことで、実社会とのつながりが強化され、現実に即した問題解決能力が養われた点は、研究の大きな成果である。飯舘村での実地研修や放射線測定などの具体的な体験を通じて、理論と実践を結びつける学びが促進され、生徒たちの探究心がさらに深まったことが伺える。こうした経験を通じて生徒たちは、将来社会に出てからも自ら課題を発見し、解決に向けて主体的に行動する力を身につけることが期待される。さらに、放射線の安全性や危険性についての正しい理解を深めることで、客観的かつ科学的な視点での情報発信が可能となり、次世代のリーダーとして社会に貢献できる人材へと成長する素地が培われていると考える。

今後も、放射線に関する課題をテーマとした探究活動を継続することで、科学的思考力と社会的視点を兼ね備えた人材の育成を目指していく。本校における課題研究の取り組みが、その一助となることを期待している。

5. 謝辞

本研究の遂行にあたり、NPO 法人ふくしま再生の会の田尾陽一氏、菅野宗夫氏、小原壮二氏、北原高次氏、内田理氏、東京大学大学院農学生命科学研究科溝口勝氏には、高校生の測定実習をはじめとして現地での指導助言等で多大なるご協力をいただいた。合同会社 MARBLiNG の矢野淳氏、環境省福島地方環境事務所の荒井政章氏、齊藤まどか氏、矢野光章氏、株式会社コムテック地域工学研究所小浦洋生氏、秋月俊五氏には、見学時における連携等で多大なるご協力をいただいた。また、福島県立安積高等学校の原尚志氏、平山陽子氏、福島県立白河高等学校の大槻涼太氏、栃木県立大田原女子高等学校の加藤輝氏には、連携事業で多大なるご協力をいただいた。本研究の一部は文部科学省スーパーサイエンスハイスクール事業、福島県「福島県教育旅行復興事業」の助成を受けたものである。ここに謝意を表す。

6. 引用文献

- 1) 文部科学省.「高等学校学習指導要領（平成 30 年告示）解説」.2018 年 7 月;79-80
- 2) 栃木県立大田原高等学校 2024.「スーパーサイエンスハイスクール研究開発実施報告書・第 5 年次」.2024 年 3 月;40-42,47
- 3) 加藤信行 2024.「実地研修と連携事業を取り入れた復興教育の実践」.復興農学会誌. 2024 年 4 巻 2 号;14
- 4) 特定非営利活動法人ふくしま再生の会「図図倉庫パンフレット」.2022 年 10 月
- 5) IITATEMURA FIELD MUSEUM TOUR GUIDE「飯舘村で、世界に触れる。」
- 6) 環境省福島地方環境事務所「除去土壌の再生利用って何ですか？」.2024 年 7 月