

令和4(2022)年度調査研究実績報告書

研究担当者名:竹山 春子

所属・職:早稲田大学理工学術院・教授

区分:農学・環境学専門調査班 主任研究員

調査研究題目:農学・環境学分野に関する学術研究動向及び学術振興方策－欧州の健全な
土壌・食料分野における新たな潮流と展開－

キーワード:Horizon Europe、Soil Deal for Europe、新型コロナウイルス、日欧国際交流

欧州で進められる農学分野の大型研究プログラムとして、Horizon Europe における EU ミッション「Soil Deal for Europe」のワークプログラムが進められている(2023年4月時点で第1期審査と第2期公募が実施中)。最近、このEUミッションでは、土壌保全に向けた取り組みの緊急性を強調したマニフェストを公表し、その文書への署名呼び掛けを開始している。この欧州全体で足並みを揃えるマニフェストは、地域や地方政策立案者、関係者、市民が土壌の健康に配慮する活発なコミュニティを形成することを目的としたもので、土壌保護に一層の努力が必要であることを認識させ、土壌の健康を改善するための活動に参加を促すものとなっている。

2022年11月にベルギー・ブリュッセル自由大学で環境と生態系のバイオ DX (土壌、海洋)に関する研究分野の発展とグローバルなネットワーク構築を目指したワークショップを開催した。この分野の日欧で先進的な取り組みを実施する研究者と、国際交流を推進する政策立案者を集結し、国際共同研究を成功させる要点などについての意見交換を行った。①アグリ/フードテックのバイオ DX セッションでは植物栽培と土壌微生物の共生など、②海洋生態系のバイオ DX セッションでは海洋生態系における微生物の解明などの研究成果の紹介と意見交換が行われた。両セッションでの議論を通じて、土壌と海洋の環境保護と生物資源利用のビジョンを共有し、環境と生態系バイオ DX のグローバルネットワークを、オープンサイエンスとして強固にしていくことが重要であることで一致した。また、③日欧国際連携セッションでは、コロナ禍により停滞した研究交流を復活させる必要性について、日本の課題も含めた議論が進められた。特に日欧の国際共同研究チームを形成するためのコーディネーション機能のあり方について様々な意見が出され、国レベルでは科学技術アタッシュェや科学技術フェローなどが、大学レベルでは URA などが、それぞれの役割(情報収集と共有)を再認識するとともに、お互いの積極的な交流が求められていることも示された。

令和4(2022)年度調査研究実績報告書

研究担当者名:岩田 久人

所属・職:愛媛大学沿岸環境科学研究センター・教授

区分:農学・環境学専門調査班 主任研究員

調査研究題目:農学・環境学分野に関する学術研究動向及び学術振興方策-環境化学・毒性学分野における新たな潮流の解析

キーワード:塩素化パラフィン・環境汚染・毒性影響評価

本年度は、ヒトや野生生物の健康へ悪影響が懸念されている短鎖・中鎖・長鎖の塩素化パラフィンを対象に、近年の研究動向を調査した。近年の学術論文をレビューした結果は以下のようにまとめられる。

現在塩素化パラフィン(CPs)に関する研究は、化学分析によって環境試料(大気・水・土壌・粉塵)や生物試料中のCPsの濃度を測定し、その濃度分布や経年変動を解析している報告が多い。対象物質としては、短鎖塩素化パラフィン(SCCPs:炭素数 10~13)の測定値が多く、中鎖塩素化パラフィン(MCCPs:炭素数 14~17)や長鎖塩素化パラフィン(LCCPs:炭素数 18 以上)の測定値は少ない。地球規模で濃度分布をみると、いずれの試料も中国での濃度が高い傾向にある。このことは中国が世界最大のCPs生産国であることから支持される。またCPs濃度の経年変動を解析した研究では、近年まで増加傾向が認められ、汚染の長期的な継続が示唆されている。

現在CPsを測定するには、高分解能ガスクロマトグラフィー高分解能質量分析計(HRGC-HRMS)や電子捕獲負イオン化質量分析計(ECNI-MS)などの分析法が用いられている。ただし、CPsは炭素数と塩素化率の異なる数千の異性体から構成される複雑な混合物であるため、標準的な分析方法はなく、異なる研究機関で測定された濃度を比較するためには、分析法の国際的な標準化が必要である。

CPsの化学分析に関する研究とは対照的に、CPsの毒性やその作用機序に関する研究は少ない。SCCPsの毒性としては、肝臓・腎臓・甲状腺が標的臓器であることが報告されている。SCCPに暴露されると、酸化ストレスが生じ、肝臓でペルオキシソーム増殖剤活性化受容体 α (PPAR α)が活性化される可能性が報告されている。PPAR α の活性化は、脂肪酸・グルコース・アミノ酸・ヌクレオチド・グリセリン脂質の代謝に障害をもたらし、肝腫瘍を引き起こすことが示唆されている。こうした毒性に関する研究は、げっ歯類を用いたものが大半である。CPsが多くの環境試料から検出されることを考慮すると、様々な動物モデルで包括的な毒性研究を実施することが重要である。

CPsによるヒトや生物の残留濃度は、一部の地域で高いことから、緊急の対応が必要とされる。CPsの代替物質を開発するとともに、生産・使用・廃棄物の管理を適切におこなう規制や政策の実施によって、環境と人間の健康への影響を最小限に抑えることが求められている。

令和4(2022)年度調査研究実績報告書

研究担当者名:舟川 晋也

所属・職:京都大学大学院地球環境学堂・教授

区分:農学・環境学専門調査班 主任研究員

調査研究題目:農学・環境学分野に関する学術研究動向及び学術振興方策—国内外における環境農学およびその周辺分野に関する研究展開—

キーワード:環境農学、発展途上国、研究動向

地球的課題としての農業に起因する環境負荷、例えば森林減少や温室効果ガスの放出、窒素の水圏への流出等を低減させる必要性が認識されるようになって久しいが、その目標に対する学術的取り組みは、その地域や国がおかれた自然条件、社会・経済的条件によって多様である。このような観点から本調査研究では、特に我が国と条件が大きく異なる途上国・第三世界における環境農学やその周辺分野における近年のトレンドや新たな研究領域、今後重要性を増すと思われる研究分野等の動向について、各国の研究機関・研究現場を訪問することによって情報収集を行った。令和4年度には、ベトナム、カンボジア、タンザニアにおいて調査研究を行った。

ベトナムにおいては、20世紀末における従来の社会主義経済からドイモイ政策への移行に伴い、商品経済への急速な移行と農業の商業化が顕著である。そしてこのような農業開発は森林伐開と化学肥料・農薬の多投を伴って展開された。これに対し、ベトナム政府は、森林についてはシンプルな(アカシア等の)植林から生物多様性などを重視した質的充実へ、また農業生産については高付加価値化(バリューチェーン)をより重視するようになっており、各大学や試験研究機関においてもこれらが重要な研究課題となっている。

カンボジアは20世紀終盤のポルポト政権から内戦時代を経て、1990年代にようやく政治・社会的に安定化した。この時代の負の遺産として、高等教育の崩壊と旧兵士の農民化に伴う森林の乱開発が顕在化している。国内産業や人材の育成が急務とされ、環境課題への関心が高いとは言えないが、欧米諸国の支援を受けて大学などを中心に、主に経済性・持続性の観点から有機農業・低投入農業の普及が行われている。

東部アフリカの隆起帯に位置するタンザニアでは、他の多くの熱帯諸国と同様に、プランテーション農業(サイザル麻、コーヒー等)と、個人農の生計を支えるメイズ、ソルガム、バナナ等の栽培が並列的に展開されており、研究機関においてもこの双方を意識した課題設定がなされている。

令和4(2022)年度調査研究実績報告書

研究担当者名:原田 尚美

所属・職:東京大学大気海洋研究所国際・地域連携研究センター・教授

区分:農学・環境学専門調査班 主任研究員

調査研究題目:農学・環境学分野に関する学術研究動向及び学術振興方策—海洋学・環境学分野における諸外国の学術研究動向及び女性・キャリア初期研究者のエンパワメント実践について

キーワード:海洋・女性のエンパワメント・男女共同参画

「海洋」は積極的に推進すべき分野の1つであるが、その推進役を担う人材構成に課題がある。ユネスコが発行している最新の Global Ocean Science Report 2020(国際海洋報告書 2020、<https://en.unesco.org/gosr>)によると、日本における当該分野の大きな課題はジェンダーバランスが悪い点で、他の理工系分野にも共通の課題が存在する。そこで、諸外国における海洋学の発展と女性研究者やキャリア初期の研究者育成との関係についてその動向を調査し、優れた取り組みについて取りまとめた。世界海事大学、非政府系組織、政府間組織、海洋学分野の大学や研究所などに所属する研究者らにメールなどを通じて実施している取り組みについて調査・情報収集を行った。その中で浮かび上がってきた重要な共通するアクションは以下の6点となる。

- 海洋科学、海洋政策、海洋の持続可能な開発など多様な海洋分野に関わる学生、Early Career、指導者などあらゆるレベルの女性研究者・技術者の人数などの現状を理解するために、包括的な基礎データを収集し、モニターを継続する
- 海洋科学、海洋政策、海洋の持続可能な開発に対する女性の貢献を明示し、その貢献をしっかりと認める
- 男女間の平等性・公平性を担保しつつ、女性の潜在能力・自主性・創造性の発揮(エンパワメント)を促す既存の法律や政策の実施を加速するため連携・協同する
- 海洋科学、海洋政策、海洋の持続可能な開発など多様な海洋分野のあらゆる場面で、男女間の平等性・公平性と女性のエンパワメントを追求するための、実現可能で包括的な環境を確立・支援するため、積極的にリーダーシップを発揮する
- ロールモデルとなる女性研究者・技術者を増やす、次世代を教育し、鼓舞し、女性のキャリア初期研究者が海洋科学に貢献する機会を増やす
- 男女共同参画の進捗をモニターするとともに、測定可能な包括的な指標を持つ

令和4(2022)年度調査研究実績報告書

研究担当者名:山平 寿智

所属・職:琉球大学熱帯生物圏研究センター・教授

区分:農学・環境学専門調査班 主任研究員

調査研究題目:生物資源保全学分野に関する学術研究動向及び学術振興方策

キーワード:ゲノム, 生物資源提供国, ABS, 高校教育

近年の「ゲノム」編集技術の確立によって、農学研究のあり方が根本的に変わろうとしている。このような情勢の中、「生物資源保全学」における本邦の「ゲノム」研究が世界の中でどの位置・レベルにあるのかを正確に評価し、また世界の「ゲノム」研究がどこに向かおうとしているかを見極めることは、本分野の発展を左右する非常に重要な課題であると考えられる。本調査研究では、生物資源の代表的提供国であるインドネシアとインドを対象に、これらの国で日本人が生物資源保全関連の研究を展開するために必要な手続きについて、現地訪問および関連研究者の招聘を通じて情報収集を行った。どちらの国においても、遺伝資源へのアクセスと利益分配(ABS)に関して、各国が独自に定められた法律を遵守しなければならない、その手続きが非常に複雑で煩雑であることがわかった。また、ジュネーブで開催された第13回国際生態学会議に参加し、関連の国際学会シンポジウムに参加し、本分野の世界の動向調査も行った。本会議では50のセッションにおいて、生物多様性・気候変動・生態系修復・都市生態学などについて研究発表がなされた。データとしては「ゲノム」解析等の大規模データを利用が目立ったほか、時系列的な生物の変化や生物の環境への進化的な応答に関する研究が多く見られた。

2017年に高校生物の教科書の改訂が行われ、「人間活動と生態系の保全」が、生物基礎という新設科目で教えられるようになった。そこで、現行課程用に出版されている全ての生物基礎の教科書を精査し、生物資源ないしは生態系の保全と「ゲノム」研究との関連性に関する記述の精査を行った。その結果、いずれの教科書においても「ゲノム」という語は頻出したが、「生態系の保全」に関連する章では「ゲノム」の語は全く掲載されていないことがわかった。「生物資源保全学」分野の研究で日本が世界をリードしていくためには、本分野における「ゲノム」研究の貢献について、高校教育レベルでも明確に言及されるべきではないかと提言したい。

令和4(2022)年度調査研究実績報告書

研究担当者名:上原 万里子

所属・職:東京農業大学応用生物科学部・教授

区分:農学・環境学専門調査班 専門研究員

調査研究題目:食品科学分野に関する学術研究動向 ―国内外のフードテックの現状とフードテックにより生み出される 最先端テクノロジー―

キーワード:代替タンパク質、培養肉、昆虫食、ゲノム編集、3D プリンター、SDGs

フードテック FoodTech とは、「Food」と「Technology」を組み合わせた造語で、食の可能性を広げる最先端テクノロジーを駆使するという意味で Food に Technology の Tech を加えており、2010 年代から注目され、その動きは加速している。

フードテックは世界的な SDGs への関心の高まりを背景に、食料不足、ベジタリアン、宗教上の食事制限による栄養不足、フードロスと飢餓、食の安全、生産者不足等への寄与が期待されている。

2021 年のフードテック分野への世界の総投資額は 517 億ドルに上り、20 年の 278 億ドルに比較すると約 2 倍となった。日本の投資額は約 4.5 億ドルで第 1 位の米国の約 45 分の 1 であるが、今後の更なる技術革新が期待される。EU(独、仏、蘭、伊、西、芬)としても 64 億ドルを投資し、「Farm to Folk」戦略の中で代替タンパク質等を重要な研究開発分野と位置付けている。

PubMed のキーワード検索「Alternative meat(代替肉)」により 4,764 件がヒットし、GLOVALJ (JST の文献・特許検索サイト)では「代替肉」の文献(商業雑誌も含む)135 件がヒットし、特許件数は 10 件(2019-22)であった。「代替肉」は植物性タンパク質を利用するもので、大豆の他にエンドウ豆も活用され、ココナッツ・ヒマワリオイルなどで風味付けし、タンパク質を濃縮することで肉に近い食感を実現している。また、植物由来のシーフードやチーズ、代替ミルクとして豆乳の他、アーモンドミルクの需要も高まっている。「昆虫食」も環境負荷が低いことで注目されており、特に食用コオロギの開発が進み、ゲノム編集技術を活用した品種改良も行われている。

フードテックの中で最先端のイノベーションは「培養肉」で、細胞培養による肉の製造がタンパク質不足の解消に繋がるが、現状では開発に費用がかかるため、コストダウンが課題となっている。

PubMed の検索により「Cultured meat(培養肉)」は 9,442 件、GLOVAL-J では 400 件がヒットし、特許件数は 14 件(1997-2022)であった。培養肉は、ウシなどから採取した筋衛星細胞を培養することで作製されるが、筋繊維ファイバー組織の構築のため、3D プリンターによる手法が開発されている。さらに、微生物にタンパク質を作らせる技術、高価な培養液の代わりに藻類から抽出した培養上清を用い、筋肉組織のもととなる筋芽細胞を増幅させ、組織工学技術を駆使して成熟化・肉厚化させた立体筋肉組織を作製するなどの技術革新も進んでいる。

令和4(2022)年度調査研究実績報告書

研究担当者名:大手 信人

所属・職:京都大学大学院情報学研究科・教授

区分:農学・環境学専門調査班 専門研究員

調査研究題目:環境学関連分野における学術研究動向 –超学際的研究の可能性について–

キーワード:環境学、文理融合、学際的研究、超学際的研究、

環境学における学術研究は、社会問題の解決を目的としているものが多く、社会からの要請や実践的な成果の還元を目指している事例が多い。特に近年、気候変動に起因する地球規模、地域規模の環境問題への対処、解決に向けた研究プロジェクトのあり方として、社会実装が求められる。このためには自然科学と人文社会科学の研究者が協働する必要があり、加えて問題に関与する市民、行政、メディアなどの研究者以外の人々のプロジェクトへの参加の必要性が指摘されている。これまで、自然科学と人文社会科学を融合する研究は学際的研究と呼ばれてきたが、さらに上記のように問題の関与者までが参画する研究のことは超学際的研究(Transdisciplinary research)と呼ばれている。

本動向調査では、環境学に関わる学際的・超学際的研究の活性度を把握することを目的として、いくつかの理系環境学関連学会に参加し、社会科学的な要素を含む研究の件数や課題の種類について、最近の状況について情報収集を行った。対象として、国内では水文・水資源学会、日本地球惑星科学連合(Japan Geoscience Union, JpGU)、海外ではアメリカ地球物理学連合(American Geophysical Union, AGU)を選んだ。学会の規模としては、参加者数が1オーダーずつ異なるサンプルであるが、いずれも地球科学・環境科学の関連分野を含む学会である。

日米の環境問題に直接関わる地球科学のコミュニティで、社会科学との融合によって行われている研究は、発表件数で見ると全体の4~8%で、まだまだそのウエイトは低いといわざるをえないが、ここ数年は、徐々に増加する傾向が見られた。地球環境問題がグローバルに認知されるようになり、地球科学者のコミュニティでも、人為的な原因のメカニズムに目が向けられるようになってきていることによるものと考えられる。

現状、こうした文理融合的な学際研究へのファンディングは、国内外問わず、比較的トップダウン的な枠組みで組織化されていることが多い。しかし、今後、科研費の、特に基盤研究のような、ボトムアップ的なファンディングによって基礎的で多様性の高い研究群から学際的な研究を生む枠組みを整備する意義は大きいと考えられる。なぜなら、そもそも社会課題への挑戦が求められる環境学の分野で、学術を社会へ還元する意義やそのために必要なプロジェクト立案・実行の経験を、広く個々の研究者に積んでもらう必要があるからである。

令和4(2022)年度調査研究実績報告書

研究担当者名: 斎藤 幸恵

所属・職: 東京大学大学院農学生命科学研究科・教授

区分: 農学・環境学専門調査班 専門研究員

調査研究題目: 木質科学分野に関する学術研究動向 - バイオマス材料科学の展開 -

キーワード: 近年の研究動向、供試試料樹種の変遷、AI による新たな研究トレンド

近年の木質科学分野の研究動向のひとつとして、木材の各化学成分を抽出して利活用するバイオファイナリーが挙げられる。例えばセルロースナノファイバー(CNF)は直近5年間の成形品国内特許出願件数が2000件以上に上り社会実装が進むと同時に、新たな特性の発見と発信が続くホットな新素材である。一方で、大規模スケールで用いるソリッド木材の分野では、直交集成板(CLT)、超厚合板(CLP)など新建材が提案され、木造高層建築が現実化しつつある。これを受け耐火・耐久加など新たな研究が求められている。

こうした動向に加え、新たな動きとして、①供試試料樹種の変遷、②AIによる研究トレンドに着目して、日本木材学会大会の第73回(福岡、2023年)と11年前の第62回(札幌、2012年)とを比較した:

- ① 樹種: 自然界で広葉樹は約20万種以上あるのに対し、針葉樹は約540種しかない。しかし木材研究の試料樹種では、針葉樹が圧倒的に多い。これは日本の国土面積の約27%を占める人工林のうち97%が針葉樹林であることと関係していると思われる。ところが昨今、健全な森林形成を見越した混交林へのシフトや、バイオマス需要への対応を見越した早生樹林へのシフトの動きがあり、木材研究も広葉樹を含む多様な樹種へ対象が拡大していく可能性がある。そこで試料樹種について研究1件ごとに広葉樹と針葉樹に分類してカウントし、両樹の合計に対する広葉樹比率を求めたところ、11年前の大会では32%、今回大会では33%であった。広葉樹が少ない傾向は最近11年間で殆ど変わらないが、細目別によると今回大会では、乾燥・製材・機械、居住性、国産材分野で広葉樹率が増加、逆にパルプ・セルロース・ヘミセルロース・リグニン分野で針葉樹率が増加していた。ソリッド木材分野と、リファイナリー原料分野での違いとして捉えられるかもしれない。
- ② AI: 11年前大会では皆無であったが、今回は579件中10件みられた。顕微画像の解析に用いたものが6件で、細胞種の自動判別や、物性予測で試みられた。その他は振動や分光スペクトルの解析に用いられていた。今後、木質科学分野へのAIの活用も広がることが予測される。

令和4(2022)年度調査研究実績報告書

研究担当者名: 仲井 まどか

所属・職: 東京農工大学大学院農学研究院・教授

区分: 農学・環境学専門調査班 専門研究員

調査研究題目: 昆虫科学および植物保護関連分野に関する学術研究動向-ウイズコロナの研究動向

キーワード: 新型コロナウイルス 学会を支える人材 分子メカニズム

2022年度は、昆虫科学と植物保護の周辺分野に関する国内外の最新の研究について出版傾向調査を行った。昆虫科学分野では、特に、蚊などのベクター昆虫に関する研究成果が多く見られた。蚊がヒトの匂いを脳内でどのように感知するか、また宿主内における免疫の制御メカニズムに関する研究が顕著であった。植物保護分野においても、宿主の病原体認識の分子メカニズムや病原体が宿主に侵入するメカニズムについて新しい知見が発表された。

2022年度は、新型コロナウイルス感染拡大の影響がほぼおさまり、国内外の学会活動が再開され、対面開催あるいはオンラインハイブリッドなどの形態で開催された。それらの学会は、2020年より2-3年ぶりに対面での開催が始まり盛況であったが、コロナ禍を機会に学会を去った研究者や学会参加経験のない学生も多くなり、次代の学会運営を担う次世代の育成が急務となっている。コロナ禍直後のこの時期に、いったん学会を離れた会員や若い世代が学会に参加し主要なメンバーになる、すなわち「学会を支える人材」を増やすよう、学会運営のあり方を考える必要がある。また、前年に引き続き、ゲノム編集技術やバイオインフォマティクスに関する実験を試行した。

科研費事業への意見としては、運営費交付金予算が年々減少している状況で、科研費の担う役割は、以前にもまして日本の大学研究者の基盤的な研究を支える柱として位置付けなければならずその重要性が大きくなっている。一方で、科研費の使途は、以前と変わらず「課題の遂行に必要な経費」であり、科研費では支出できない品目が多く、アクティブな研究者が運営費交付金の赤字を抱える不利な状況が生まれている。科研費の使途(使える品目)も、時代に即して拡大し、より運営費交付金に近い使い方ができるように変革させていく必要があると考える。

令和4(2022)年度調査研究実績報告書

研究担当者名:前田 幸嗣

所属・職:九州大学大学院農学研究院・教授

区分:農学・環境学専門調査班 専門研究員

調査研究題目:食料農業経済関連分野に関する学術研究動向ー学際領域の新たな潮流ー

キーワード:学際研究、食品科学工学分野、農業工学分野、疫学分野、栽培関連分野

本調査研究の目的は、食料農業経済関連分野における学術研究動向について調査分析を行い、食料農業経済関連分野に関する学際領域の新たな潮流を明らかにすることである。本目的を達成するに当たっては、食料経済学分野及び農業経済学分野の代表的な学術団体を主な対象として、原著論文、大会シンポジウム及び個別口頭報告等のテーマならびに研究手法の変遷を調査分析し、研究動向を明らかにした。主な結果は次のとおりであり、食品科学工学分野、農業工学分野、疫学分野、及び栽培関連分野との学際研究が増加傾向にある。

1. 食品科学工学分野との学際研究については、特に消費者行動研究において、嗜好型官能評価試験を取り入れた消費者調査が行われるようになってきており、マーケティングの視点から嗜好性をデータベース化する動きもある。今後は、嗜好型官能評価と食料・農業経済学分野の多様な消費者行動分析手法との融合が期待される。

2. 農業工学分野との学際研究については、新規の工学的技術が農業組織をどのように規定するかという研究や、それらの技術の経営経済的効果に関する実証研究が行われている。農地利用等の衛星データ、農作業工程等の空間データ、及び飼料成分等の品質データを農業経営等の経済データと統合したうえで、経済分析が行われている。

3. 疫学分野との学際研究については、東南アジアにおける農薬・薬剤使用に関する農家行動とその疫学的効果に関する研究が行われており、疫学調査と行動経済学的分析を融合する学際的アプローチがとられている。

4. 栽培関連分野との学際研究については、特定の栽培技術や新規導入品目に関して経営経済的な意義づけを行ったうえで、経営学的視点、土壌学・土壌微生物学的視点、あるいは作物生理学的視点から栽培技術の導入・普及を評価する研究が行われている。

令和4(2022)年度調査研究実績報告書

研究担当者名: 吉崎 悟朗

所属・職: 東京海洋大学学術研究院・教授

区分: 農学・環境学専門調査班 専門研究員

調査研究題目: 水圏生命科学分野に関する学術研究動向: 水圏生物の発生生物学とその生物保全・養殖利用

キーワード: 再生生物学、絶滅危惧種、幹細胞、ゲノム編集

水圏生命科学分野の周辺領域研究の動向を調査すべく、日本マリンバイオテクノロジー学会、ウッズホール海洋研究所で開催された Frontiers in Stem Cells and Regeneration に参加した。マリンバイオテクノロジー学会ではシンポジウムにてフグ養殖の最先端情報が紹介された。特筆すべきはリージョナルフィッシュが取り組んでいるゲノム編集トラフグの産業応用事例である。CRISPR/Cas9 発見から 10 年足らずで、本技術を駆使して作出されたトラフグが市場で販売されるに至っている。周辺分野の技術の水圏生命科学分野へと導入することの重要性を端的に示す好例である。ウッズホールでの会議では、新たな研究トレンドとしてはモデル魚を用いた再生科学研究の進展が挙げられる。現在までのところ当該領域の養殖学分野への展開事例はほとんどなされていないが、今後の発展に大きな期待がもたれる。

一方、発生学、繁殖生理学分野のセミナーを企画し、各分野における最新動向の調査を進めた。カリフォルニア大学デービス校の村田健二先生による、「Ovarian and non-ovarian origin of the Chorion Glycoproteins and their functions in Fish」、東京大学 名誉教授の金子豊二先生による「機能と形態」から探る魚類生理学ー私の生き残り戦略ー」、横浜市立大学 医学研究科 臓器再生医学教室の小川毅彦先生による「体外で精子をつくる」、ハワード・ヒューズ医学研究所／ハーバード大学 医科大学院の梶村真吾先生による「細胞が熱を作る分子メカニズムとその応用について」、大阪大学医学系研究科生殖遺伝学教室の林 克彦先生による「幹細胞技術を用いた絶滅危惧種保全への試み」といったセミナーを通して、周辺領域と水圏生命科学の融合分野の創出の可能性を模索した。特にヒトの精子を試験管内で生産する小川先生の試みや iPS 細胞を用いて絶滅危惧種であるキタシロサイの保全を進めている林先生の研究は直ちに水圏生命科学分野へと応用可能なものであり、このような領域の研究の重要性を当該分野へと広めていくことも重要であろう。

令和4(2022)年度調査研究実績報告書

研究担当者名: 杉本 幸裕

所属・職: 神戸大学大学院農学研究科・教授

区分: 農学・環境学専門調査班 専門研究員

調査研究題目: 生物有機化学分野に関する学術研究動向ー植物の生長制御を司る未解明因子ー

キーワード: 研究トレンド、植物生長制御、未解明因子

植物の生長制御を司る未解明因子に関する最新の研究情報を、文献調査に加えて、対面で開催された学会および研究者を招聘しての講演会を通して収集した。得られた情報を既往の知見と対照することで、当該学術分野における研究動向の把握に努めた。

代謝研究について、遺伝子組み換えにより目的とする植物代謝産物を微生物で作らせるという試みはこれまでも報告されてきたが、植物生合成遺伝子の機能解析にも微生物プラットフォームが有用であることを示された。単独の微生物だけでは困難な場合でも、複数の微生物にそれぞれ生合成遺伝子を分担して発現させて、共培養することで生合成経路を再構築して目的物質の生産を達成できる。合成された物質のさらなる代謝に関わる遺伝子の探索にも応用されており、有力な研究手法として今後の植物代謝研究への展開が確信される。根圏情報物質としてのストリゴラクトンの理解は着実に進んでおり、エクレピン類への関心も高まっている。他にも、植物の根から分泌される、アンモニア態窒素の利用を促進する物質に注目が集まっている。今後とも、新たな現象の解明に向けて生物学者と天然物化学者が密接に連携し、さらなる未解明因子の解析が進むことが望まれる。一連の代謝研究の進展は、LC-MS/MS の高感度化による微量成分の分析精度の向上によって支えられている。

タンパク質の構造解析については、立体構造予測プログラムとして公開された AlphaFold2 が着々と実績を積み上げており、新たなツールとして認知を高めている。実際、必要な装備を導入して、立体制御環化反応を触媒する酵素タンパク質のシミュレーションを試みた。その結果、タンパク質ーリガンド結合予測を基に活性に大きく影響すると考えられるアミノ酸残基を特定するとともに、環化反応の立体制御機構を明らかにすることができた。

令和4(2022)年度調査研究実績報告書

研究担当者名:中村 嘉利

所属・職:徳島大学大学院社会産業理工学研究部・教授

区分:農学・環境学専門調査班 専門研究員

調査研究題目:バイオマス利用・リサイクル分野に関する学術研究動向ーバイオマス利用・リサイクルの新たな潮流ー

キーワード:バイオマス、SDGs、森林資源

近年、バイオエコノミー(化石資源を代替するバイオマスを原料としたエネルギーや素材等に依存する経済)がヨーロッパ諸国を筆頭として世界各国で持続可能型社会の追求のために注目されており、地球規模の環境破壊と地球温暖化の防止のためにも早急な実現が望まれている。糖やデンプン系バイオマスを原料とする場合は構築することが可能であり、一部実現されているが、食料と競合しないリグノセルロース系バイオマス(木材や草本類)を原料とする場合は実現例がほとんど無く、今後の重要な課題といえる。リグノセルロース系バイオマスを用いたバイオエコノミーの構築と実現のためには、川上(植栽・伐採・収集)、川中(前処理・バイオ燃料化・基幹物質への変換)および(商品化・販売)までの一連のプロセスが環境保全型であるだけでなく、省消費エネルギーで利益創出型であることが望まれる。我国は世界で有数の森林大国(森林率は世界第2位)であるが、国産材はあまり利用されていない。本年度は我国で森林バイオマスを利用したバイオエコノミー社会を実現するための問題点や可能性および現状の取組みについて、主に川上を中心に調査研究を行った。我国の山岳は急峻な地形が多く、素材生産や運搬が困難なことや林業従事者の高齢化や減少が大きな問題となっている。しかしながら、近年、スマート林業の取組み、すなわち、新森林GIS(Geographic Information System)、ドローン空撮や航空レーザー測量等のデータ(オルソ画像)活用による森林管理システムの構築やドローンによる苗木運搬等の研究開発により、目標木材生産量が可能となる事業地の確保・植林、林況に応じた適正な森林施業の推進および林業のイメージアップによる新規若手従事者の増加が期待されている。また、我国と同様に森林資源が豊富で急峻な山地が多いオーストリアでは植林、伐採、運搬、加工までの過程がスムーズで、最終的に木材資源を直接燃料やバイオ燃料(エタノールやメタン)および基幹物質原料として無駄なく活用するカスケード利用の研究開発だけでなく、実用化も行われており、収益性のあるビジネスとして成立しているので、我国でも実現可能といえる。今後、スマート林業やカスケード利用に関するさらなる研究開発が木材だけでなく、間伐材や林地残材等の未利用材の有効利用のためにも重要になると考えられる。

令和4(2022)年度調査研究実績報告書

研究担当者名:平野 高司

所属・職:北海道大学大学院農学研究院・教授

区分:農学・環境学専門調査班 専門研究員

調査研究題目:農業環境工学および農業情報工学関連分野に関する学術研究動向ー農業環境工学と他分野の境界領域における新たな潮流

キーワード:LiDAR 計測, 森林生態系, 3次元構造

遠隔で距離計測が可能な Light Detection And Ranging (LiDAR) は光を用いたリモートセンシング技術の一つで、パルス状に発射されるレーザー光の反射を測定して対象物までの距離を計測するシステムである。自動車の自動運転などで利用されるようになったことで量産化が進んで価格が下がり、多くの分野で研究利用が進んでいる。農業環境工学および農業情報工学関連分野でも、農作業機の運転や収穫物の選別などの農業生産の分野で活用されてきた。一方、他の研究分野との境界領域では、作物や樹木などの 3次元形状の計測に用いられることが多い。特に、炭素 (CO₂) 固定・吸収量の評価といった点から、ドローンに搭載された LiDAR による森林バイオマスの推定が注目されている。しかし、樹高のバラツキが少ない成熟した針葉樹の人工林(植林地)では実用的な技術開発が進んでいるが、構造的な多様性が高い広葉樹の自然林での推定結果には不確実性が多く残されている。

従来の地上調査に比べて大幅な省力化が期待されるため、ドローン搭載の LiDAR を用いて、森林の樹高、樹木密度およびバイオマスを推定する研究が広く行われている。しかし、上空からだけでは、下層植生の情報や森林の 3次元構造を測定することは困難であるため、地上からの LiDAR 計測の併用が進みつつある。また、ドローンによる可視画像 (RGB データ) の 3D 化技術やハイパースペクトル画像の活用なども有用である。このように、携帯型の LiDAR システムを併用することで様々な森林の 3D 構造を詳細に再現することが可能であり、森林生態系の環境機能に関する多くの情報を取得できるようになってきた。現状では基礎的な研究の段階であるが、フィールド実験を積み重ねることで森林計測における実用技術として発展するであろう。さらに、森林構造に関する様々な情報を提供することで、生理生態学や環境科学などの複合分野への貢献が期待できる。

令和4(2022)年度調査研究実績報告書

研究担当者名:三角 一浩

所属・職:鹿児島大学大学院共同獣医学研究科・教授

区分:農学・環境学専門調査班 専門研究員

調査研究題目:獣医学関連分野に関する学術研究動向 ―臨床獣医学分野における高度獣医療研究の現状―

キーワード:獣医学、循環器病、腎臓病、腫瘍

伴侶動物である犬や猫では、生存期間の大幅延長に伴い、動物の生活習慣病や加齢性疾患が増えている。最近の研究テーマとして注視され、人医学の先行研究を基礎に伴侶動物を対象に行われている臨床獣医学分野の研究の現状や将来への取組みを調査した。

伴侶動物の循環器疾患に関する学術論文数は 2005 年以降増加しているが、動物種毎に検索すると、犬では 2000 年以降漸減し 2013 年以降下げ止まりの傾向である一方で、猫では 2006 年以降現在まで増加の一途にあり、猫の心臓病に関する研究論文が 2014 年以降増加していることが示された。専門家インタビューから、猫における代表的な心疾患である肥大型心筋症は、原因遺伝子や心不全治療に関する研究が急増していることが明らかとなった。また国内では、犬への僧帽弁形成術をはじめとする心臓外科手術の技術と精度の高さと、それによる手術の成功率は、世界の獣医療においてトップレベルにあり、伴侶動物を対象とした欧米の獣医循環器学会の中でも先導的立場で、研究が最も盛んな分野であることが明らかとなった。近い将来、我が国を中心とした獣医循環学会における心臓外科手術の安定した手術成績が蓄積され世界に示されることによって、犬の僧帽弁手術は世界に拡がり、犬を中心に平均寿命の更なる延長につながると大きく期待される。

腎疾患に関する研究は、犬及び猫のいずれにおいても漸増し、特に 2019 年以降は猫における研究論文数の急増によることが示された。国際獣医腎臓病研究グループ (IRIS: International Renal Interest Society) による猫の慢性腎臓病 (CKD: chronic kidney disease) 研究推進による結果と考えられた。猫の CKD の成り立ちと尿細管間質性腎炎に対する薬物療法戦略として、抗 Renin-angiotensin-aldosterone system 薬を中心に研究が進められ、機能するネフロンの数が慢性的に減少することで腎機能が損なわれ、糸球体濾過量の低下をきたす病態であることの理解が進んだ。猫では、加齢に伴う尿細管間質性腎炎が大部分を占めることが広く理解された。

腫瘍疾患に関する研究では、犬が 2000 年以降、猫では 2008 年以降に漸増し、2014 年以降は、循環器や腎疾患と同様、猫の腫瘍疾患の研究が犬の研究数に近づいてきた。microRNA を用いた犬悪性腫瘍における早期診断法の確立に向けた研究が注目を浴び、関連学会ではメトロニック化学療法、放射線治療、及び頭頸部腫瘍の外科手術、あるいは動物と飼主の緩和ケアに関するシンポジウムが開催され、医療・介護・福祉・教育等の相談支援専門職との協働が議論された。

令和4(2022)年度調査研究実績報告書

研究担当者名:本橋 令子

所属・職:静岡大学大学院農学領域・教授

区分:農学・環境学専門調査班 専門研究員

調査研究題目:環境農業学関連分野(ジェンダードイノベーション分野)に関する学術研究動向―新規学術研究分野であるジェンダードイノベーション分野のうち環境農業分野に関する学術研究動向調査―

キーワード:女性研究者支援、性差、イノベーション、

ジェンダード・イノベーションとは、研究開発やビジネスにおいて、生物学的性別、社会的性別、その他の要因(年齢、宗教など)の交差分析を行うことで、イノベーションを創出する概念とされ、スタンフォード大学の科学史の専門家であるロンダ シービンガー教授によって初めて紹介された(2005)。日本においても、JST の渡辺美代子氏が中心にシービンガー教授の講演会を開催し、ジェンダード・イノベーション研究の重要性を示してきたが、日本のジェンダード・イノベーションの研究は、まだまだ認知されていない。ビジネスとしては、フェムテックを中心に進み、最近ではフェムテック以外にも、女性に利用しやすい農業機器、農作業道具、実験器具などの分野に女性の意見を取り込んだ商品開発が始まった。学内において、ジェンダード・イノベーション研究支援事業を開始したが、初年度である2021年度は人文社会系のテーマが多く、今年度はジェンダード・イノベーション研究について説明会を実施し、その後に研究公募を行ったところ、生物の性差に関する研究テーマが増加した。

2022年4月1日に、お茶の水大学にジェンダード・イノベーション研究所が新たにでき、2023年2月8~10日に東京ビックサイトにて、ジェンダード・イノベーション EXPO が開催され、少しずつ国内での研究が進み始めた印象を受けた。しかしながら、学会や研究集会では、ジェンダード・イノベーションというキーワードを掲げたワークショップやシンポジウムなどは開催されていない。

令和4(2022)年度調査研究実績報告書

研究担当者名:黒田 清一郎

所属・職:国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構農村工学研究部門・主席研究員

区分:農学・環境学専門調査班 専門研究員

調査研究題目:地域環境工学および農村計画学関連分野に関する学術研究動向 -Society 5.0 関連の技術革新のインパクトと基盤的研究の役割-

キーワード:Society 5.0, AI, 地域環境工学、デジタルツイン

Society 5.0 を構成する要素技術は IoT(Internet of Things)、人工知能(AI)、ロボットとなるが、それが目指すものはサイバー空間とフィジカル空間の高度融合である。その概念を具現化した技術としてデジタルツインを挙げることができ、現在、農学分野においても作物のデジタルツインなどを施工する研究もある。

地域環境工学分野においては、土壌中の水や溶存物質の挙動に関する研究、ため池などの農業水利施設の形状や内部状態に関する研究などがあり、これらのフィジカル空間上に展開される現象を、サイバー空間上にデジタル情報として具現化することができれば、作物の生育や農業用水の管理等に有効であるだけでなく、それらに関する学術的研究および技術開発もそれに携わる者が物理的な制約に囚われる必要なく、それぞれの目的を達成されることができる。

一方でもともとデジタルツインは機械工学分野において提唱された概念であり、農業分野とはことなり精緻な設計図が存在し、構成する要素に関する物理的なパラメータとその分布正確に求められている場合が多い。しかしながら農業、地域環境を構成する要素は複雑であり時間的な変化も伴う。

そのような複雑な対照をデジタル情報化する技術と、その時間発展を解析的あるいは AI などの技術を用いて推定する技術が必要と考えられた。

現在の AI 技術の発展は急速であり、特に拡散モデルという新しい深層学習の方法が多くの技術革新をもたらしているが、たとえば NeRF (Neural Radiance Fields 新視点画像生成技術)はさまざまな角度から撮影した動画や画像から3次元モデルを作成する有力な方法であり、また Differentiable programming とよばれる自動微分と機械学習に基づくあらたな物理シミュレーション技術は3次元モデルの時間発展記述に有効なものと考えられた。

令和4(2022)年度調査研究実績報告書

研究担当者名:佐藤 宣子

所属・職:九州大学大学院農学研究院・教授

区分:農学・環境学専門調査班 専門研究員

調査研究題目:森林科学関連分野に関する学術研究動向～森林科学および関連境界領域における新たな研究の潮流～

キーワード:森林科学、学際研究、気候変動、減災、海外研究動向

近年、気候変動によって豪雨、火災、強風、乾燥などによる災害で森林の減少や劣化が世界各地で報告されている。また、森林は炭素の吸収や固定、災害抑止や気候緩和などの環境保全機能を有すると共に、再生資源である木材利用も図ることが注目されている。そこで、本学術調査研究では、国内の関連学会と国際森林研究機関連合(IUFRO)の学会や研究会等に参加して、研究動向の収集を行った。その結果、国内では豪雨や土砂災害、海外では森林火災や風害の報告がみられ、様々な分野の研究者が災害について報告・議論していることを把握した。

海外研究動向を把握するため、Web of Science で英語文献調査を実施した。タイトル、キーワード、要旨に「Forest」(森林)と「Disaster」(災害)の両方を含む論文数は 3,267 本あり、出版年別にみると 1990 年代までに 53、2000 年代に 315、2010 年代に 1,481、2020 年～2023 年 3 月までに 1,418 と顕著に増加しており、気候変動下での森林災害の影響と減災対策に関する新たな研究の潮流がみられた。

また、国内動向を知るため、科研費データベースを用いて学術動向調査を行った。2022 年度までに開始された科研費採択テーマで森林科学研究を概ねカバーできると考えられる「林」を含む研究課題 4,351 件について、採択分野を森林コア分野(林学、林学・森林工学、森林科学、中区分:森林圏科学)とその他に分けて推移をみたところ、1990 年代前半の研究ではコア分野比率が 6 割程度だったが、その後低下し、特に基盤 A と新学術領域・挑戦萌芽研究で 3 割以下となっており、環境動態解析、生態・環境、地域研究、環境影響評価・環境政策、その他の分野へ森林関連研究が展開していることが分かった。「林」研究の中で、タイトルまたはキーワードに「災害」を含む研究は 56 課題であり、2010 年代以降増加傾向にあるものの、若手研究では災害をキーワードにする研究は 2010 年以降なかった。

上記の研究動向調査より、文理含めた幅広い分野を含む森林科学分野での学際的な災害研究の活性が望まれることを指摘した。

令和4(2022)年度調査研究実績報告書

研究担当者名: 島田 昌之

所属・職: 広島大学大学院統合生命科学研究科・教授

区分: 農学・環境学専門調査班 専門研究員

調査研究題目: 動物生産科学関連分野に関する学術研究動向～動物生産科学分野における基礎研究を社会実装するための課題～

キーワード: 社会実装, 生殖細胞, 技術移転, 持続的生産

動物生産科学は、主たる対象をウシ、ブタ、ニワトリなどの家畜として、動物の栄養生理学、繁殖学、遺伝・育種学、解剖学などの基礎研究から、畜産分野で利用される技術開発までを対象とする研究分野である。経済発展に従って、動物性タンパク質の需要が増大することから、ニーズを満たす持続的な畜産物の供給は、切迫した課題であり、動物を合理的に飼育し、効率的に繁殖させ、経済系質の高い個体を選別して生産することに貢献する学術研究が求められている。さらに、畜産物へのニーズは多様となっており、脂肪交雑、良質のタンパク質、低アレルギーなどを目指して、従来の育種選抜に代わり、それぞれの形質を支配する遺伝子情報を利用したゲノム育種から、その遺伝子を破壊、あるいは高発現させるゲノム編集家畜や形質転換家畜の開発も行われている。一方、持続的な家畜生産のため、遺伝的多様性の維持も求められており、貴重な原種の遺伝資源保存として生殖細胞の凍結保存技術、多能性細胞からの生殖細胞(配偶子)形成技術の開発も行われ、日本は、これら、生殖細胞に関する基礎研究と技術開発で多数の分野を先導する研究を発表している。本年度に開催された第130回日本畜産学会大会のシンポジウムでは、未利用の畜産資源の開発から、既存家畜の遺伝資源保存のための生理工学技術、個体を飼育する畜産から細胞培養による畜産物製造という、既存の動物生産科学分野の研究が持続的な家畜生産の方向性に展開されているだけでなく、「培養肉」という細胞培養技術に特化した動物生産科学の研究が勃興していることが紹介された。また、個別の研究調査により、動物生産科学分野が、畜産という産業と密接にかかわっていることを強く意識した研究も展開され、学術研究と社会実装の谷を埋めるためには研究者側は、何を意識しなければいけないかという示唆も示されている。このように、動物生産科学分野は、細胞から個体を理解する研究、特に生殖細胞に関する研究が盛んに実施され、畜産技術へと展開されている現状であることから、今後は大規模実証試験を実施する環境整備が必要である。

令和4(2022)年度調査研究実績報告書

研究担当者名:高須賀 明典

所属・職:東京大学大学院農学生命科学研究科・教授

区分:農学・環境学専門調査班 専門研究員

調査研究題目:水圏生産科学関連分野に関する学術研究動向—水産・海洋科学に関する国際共同機構における研究・人材育成の動向—

キーワード:国際共同機構、シンポジウム、若手研究者育成、水産資源、持続的利用

水圏生産科学関連分野を含む様々な学術分野において、複数分野に跨る学際的研究が重視され、境界領域の開拓が進んでいる。同時に、それぞれの学術分野において、次世代を担う人材育成は最重要課題である。水産・海洋科学を事例として、国際共同機構と国内学会組織における研究・人材育成の動向を調査・比較することにより、国際動向に対する日本の動向を把握した上で、今後の展望を考察する。2022年度は、2022年11月に共同コンベンターとして開催した国際シンポジウム「小型浮魚類: 科学と持続的管理の最前線」(ポルトガル・リスボン) に焦点を当て、参加者の構成、研究トピックの動向、若手研究者育成イベント等を調査した。

本シンポジウムは、欧州国際海洋開発機構 (ICES)、北太平洋海洋科学機構 (PICES)、国際連合食糧農業機関 (FAO) の合同イベントであり、参加者は39カ国から計289名 (ヨーロッパ58%、アフリカ6%、アジア12%、オーストラリア2%、北アメリカ16%、南アメリカ5%)、発表は計278件 (招聘講演21件、口頭発表173件、ポスター発表84件) であった。特筆すべきは、ジェンダー比率がほぼ均等であったこと (女性47%、男性53%) と若手研究者の割合が高かったこと (44%) である。

小型浮魚類 (イワシ、アジ、サバ類等) は、世界の漁獲量 (重量) の約30%を占め、その資源変動は地球規模での食糧生産に影響を及ぼす。小型浮魚類の資源変動の仕組みと生態系における役割を理解し、持続的利用に向けた管理方を講じる必要がある。本シンポジウムは、小型浮魚類の科学と持続的管理に関する最前線を開拓すると共に国際共同体制を強化するために企画された。全体セッション、ポスターセッション、7つのトピックセッション、6つのワークショップの内容と発表を概観し、主に2017年にカナダで開催された同テーマのシンポジウムとの比較等から、研究トピックの動向として、以下の項目を抽出した。1) 国際共同研究、生態系間の比較統合、メタ解析、大容量データ解析からの成果が増加傾向にあった。2) 海洋生態系のみならず、淡水生態系にも対象範囲が拡張した。3) 気候変動に伴う海洋環境変動と水産資源変動について、メカニズムの理解を重視する方向性が一層強化された。4) 将来予測につながる数理モデル分野が一層強化された。5) 社会経済分野の取り込みが進んだ。複数分野間の連携の出口として意識されている。6) 生態系全体での種間相互作用やエネルギーの流れを考慮して水産資源を管理すべきであるとする「生態系ベースの資源管理」の概念を背景とした研究は着実に進行しているが、実際の施

策に反映されるには至っていない。7) 近年、水産学・海洋学分野で急速に応用が広がった環境 DNA の手法は、小型浮魚類の研究分野にも取り込まれたが、生物量の定量的推定には課題が多く残っている。8) 海底の堆積物中に保存された鱗の量から過去の資源変動を復元する古海洋学のトピックは 1990 年代から存在したが、直近年で劇的に進展したトピックとなった。

若手研究者メンタリングイベントでは、メンター 27 名と若手研究者 65 名が参加した。参加者を研究対象の地域や専門分野でグループ分けし、若手研究者からの質問にメンターが回答しながら交流を進める形式をとった。研究キャリアの形成、ポスト獲得、研究費やフェローシップへの応募、海外留学に関する内容が多かった。

国内の学会等における関連分野の研究トピック動向は、本シンポジウムの研究トピック動向とかなり連動しており、少なくとも著しく遅延している分野や特定のトピックはないと感じた。本シンポジウムとの顕著な差異は、研究動向ではなく、ジェンダーバランスおよび若手研究者割合にある。