

戦略的創造研究推進事業
(社会技術研究開発)
令和2年度研究開発実施報告書

SDGsの達成に向けた共創的研究開発プログラム
ソリューション創出フェーズ
「亜熱帯島嶼の持続可能な水資源利用に向けた
参画・合意に基づく流域ガバナンスの構築」

研究代表者 安元 純
(琉球大学 農学部地域農業工学科 助教)
協働実施者 金城 進
(八重瀬町役場 経済建設部 部長)

目次

1. 研究開発プロジェクト名	2
2. 研究開発実施の具体的内容	2
2 - 1. 目標	2
2 - 2. 実施内容・結果	6
2 - 3. 会議等の活動	23
3. 研究開発成果の活用・展開に向けた状況	27
4. 研究開発実施体制	27
5. 研究開発実施者	28
6. 研究開発成果の発表・発信状況、アウトリーチ活動など	32
6 - 1. シンポジウム等	32
6 - 2. 社会に向けた情報発信状況、アウトリーチ活動など	32
6 - 3. 論文発表	32
6 - 4. 口頭発表（国際学会発表及び主要な国内学会発表）	32
6 - 5. 新聞報道・投稿、受賞等	33
6 - 6. 知財出願	33

1. 研究開発プロジェクト名

「亜熱帯島嶼の持続可能な水資源利用に向けた参画・合意に基づく流域ガバナンスの構築」

2. 研究開発実施の具体的内容

2-1. 目標

(1) 目指すべき姿

八重瀬町では将来像として、「大地の活力とうまんちゅの魂が創り出す自然共生の清らまち」を掲げている。具体的には、森林などの自然環境や、生産活動の基礎となる土地、一次産業などに欠かせない地力（大地の活力）と八重瀬町に暮らすすべての人々の魂や気力（うまんちゅの魂）をあわせて、自然豊かで清らかな美しいまち（自然共生の清らまち）を将来像として掲げている。そのなかで、本プロジェクトが目指すのは、2018年度に策定された第2次八重瀬町総合計画で掲げられた「豊かな水資源の保全と水循環の健全化」の実現により、安心して良質な暮らし、豊かな地域資源、生き活きとした営みを支え、持続的な発展を実現するための諸環境の保全と充実を実現する、というビジョンである。脆弱性の高い亜熱帯島嶼の水資源を効果的で持続的に活用しながら、同時にサンゴ礁生態系からのサービスも損なわない、バランスのとれた自然共生社会の実現に有効となる流域ガバナンスを、地域に住むすべてのステークホルダーと協働し構築を目指す。

本プロジェクトで解決しようとする社会課題は、亜熱帯島嶼の水資源の枯渇や汚染の問題である。島嶼の水資源は様々なストレスに対する脆弱性が高い。土地や水資源が限られているため、気候変動や社会・経済の発展が水資源ストレスに結びつきやすい。亜熱帯島嶼の水資源の汚染は、水循環を介してサンゴ礁生態系を劣化させ、社会経済に対する生態系サービスを低下させることにも繋がっている。本プロジェクトの対象地域である八重瀬町では、地下水が貴重な水資源として利用されてきたが、近年、硝酸性窒素や病原性微生物等による地下水汚染が顕在化しており、その対策は喫緊の課題である。

八重瀬町の水源は、地下谷を堰き止めて建設された地下ダム（慶座（ギーザ）地下ダム）に依存している。地下ダムとは、「水を通さない壁(止水壁)を地下に造って、地下水をせき止め、琉球石灰岩の小さな空隙を利用して地下水を貯める施設」のことである。地下ダムは、水温が安定している、アオコ等の藻類が発生しにくい等の利点がある。しかし、近年は硝酸性窒素の濃度が上昇する傾向にあり、水道水質基準値の10 mg/Lを超えるようになってきた。硝酸性窒素は畜産糞尿や下水道、ダム周辺のさとうきび畑等への施肥など、人為的な要因に影響されることから、水源上流域や周辺の状況の監視を強化し、良

好な原水水質の保全に努める必要がある。

八重瀬町へ給水している沖縄県南部水道企業団の自己水源は、給水人口1人当たり約40L/人・日を確認しており、これは災害発生後約6日分の目標応急給水量を補える水量となっている。今後も貴重な自己水源を保全・維持し、事故時における給水の安定性を確保する必要がある。

八重瀬町土木建設課の金城進（協働実施者）が、琉球大学等の研究班の協力を得て、八重瀬町内において、第一には地域住民を受益者として設定し、地域の流域ガバナンスを達成する。

具体的には、琉球大学を中心とした技術シーズ創出班によって、八重瀬町内の水理地質構造や地下水流動・涵養機構に関する現地観測を踏まえた3次元水循環シミュレーションにより詳細に把握するとともに、地下水などの水資源の汚染物質の動態を解析する鋭利な手法として、近年、注目されている環境ゲノミクスとマルチ同位体法を導入することで、亜熱帯島嶼特有の水循環における汚染物質の挙動を正しく理解・把握する。その正確な水循環を表すモデルを元に、協働実施者である八重瀬町役場を中心に、1) 地域の人びとと研究者が共に課題を見つけ、能動的に学ぶ市民参加型アクションリサーチ、2) 水行政や水資源管理に関する高度専門職を対象とした社会人教育や技術向上のためのワークショップ、3) 島の子どもたちを対象とした科学教室・出前授業などを行うことで、地域の子供たちや住民、水行政関係者の水資源・水環境への意識向上ならびに継続的な水質モニタリング体制を構築し、多様なステークホルダー（資源の消費者や管理者等の利害関係者）との対話の場を創出し、2015年に制定された水循環基本法で推進される流域単位での水循環計画の策定に向けた流域協議会の設置および適切な汚染低減策の実施およびその先の政策の策定を目指す。

（2）研究開発プロジェクト全体の目標

本プロジェクトでは、気候変動や人間活動に対する脆弱性が高く水資源量も限られた亜熱帯島嶼において、水理地質構造や地下水流動・涵養機構に関する現地観測を踏まえた3次元水循環シミュレーションにより詳細に把握し、それを基に地下水流動や河川流量に関する的確な観測・管理方法の検討を行う。さらに、地下水などの水資源の汚染物質の動態を解析する鋭利な手法として、近年、注目されている環境ゲノミクスとマルチ同位体法を改良・導入することで、亜熱帯島嶼特有の水循環における汚染物質の挙動を正しく理解・把握する。また、共有資源である水資源などの利用の歴史とその変遷を明らかにするとともに、水循環の健全化がもたらす経済効果を評価する。流域ガバナンスの中心となる多様なステークホルダーが参画する八重瀬町勉強会/流域協議会を設立し、各

班における研究成果を定期的に集約し、八重瀬町行動指針の策定から行動計画の策定を目指す。さらに、各班の取り組みのなかで実施するアクションリサーチや八重瀬町水循環勉強会や流域水循環協議会を通じて、水資源に対する地域住民の認識や意識を把握し、ステークホルダー間の合意形成へ向けた流域ガバナンス構築のプロセス分析を行う。

本プロジェクトの亜熱帯島嶼の水資源の枯渇や劣化といった社会課題の解決手法を図1に示す。

①**科学情報の可視化**では、八重瀬町の水循環を複数の技術シーズを基重にした調査手法によって分析することにより、八重瀬町の地下水流動や滞留時間を明らかにすると共に、地下水中の硝酸性窒素の各種窒素負荷源の寄与率を正確に算定する。その結果に基づいて、八重瀬町の正確な3次元水循環シミュレーションモデルを作成し得られた科学情報を可視化する。

②**正確な科学情報に基づく合理的意思決定**では、①で構築した正確な3次元水循環シミュレーションモデルを基に、八重瀬町役場が中心となって、行政、農業従事者、畜産従事者、地域住民や研究者など、多様なステークホルダーの対話と協働の場となる流域水循環協議会を設置すると共に、活発なコミュニケーションを基に、社会課題解決への計画を策定する。

③**住民参加型アクションリサーチによる地域のコミュニケーションの活性化**では、①で実施する複数の技術シーズを基重にした調査とも連携しながら、八重瀬町の地質、地下水、サンゴ礁生物など水循環に係わる自然環境や、これまでの水資源利用の変遷やそれに伴う地域知を学びながら水資源という貴重な共有資源の利用や保全の在り方について考える取り組みを行う。さらに、それぞれのステークホルダーが、地下水などの水資源の汚染の原因について学び、窒素負荷低減の取り組み（実証試験）について目標を立案し、流域水循環協議会にフィードバックする体制を作る。それにより、②、③でそれぞれのステークホルダーが立案した負荷低減に向けた取り組みを実施可能な体制を作る。

④**PDCAサイクルを用いた方法論と解決策の高度化**では、流域水循環協議会やアクションリサーチを通して立案した窒素負荷低減に向けた取り組みの効果を、①で構築した3次元水循環シミュレーションモデル上で可視化し、環境ゲノミクスや環境トレーサーによる分析結果と併せて、その効果を把握する。得られた結果は、直ちに、流域水循環協議会やアクションリサーチを通じて、ステークホルダーと共有し、必要であれば計画を改善し実行し直す。

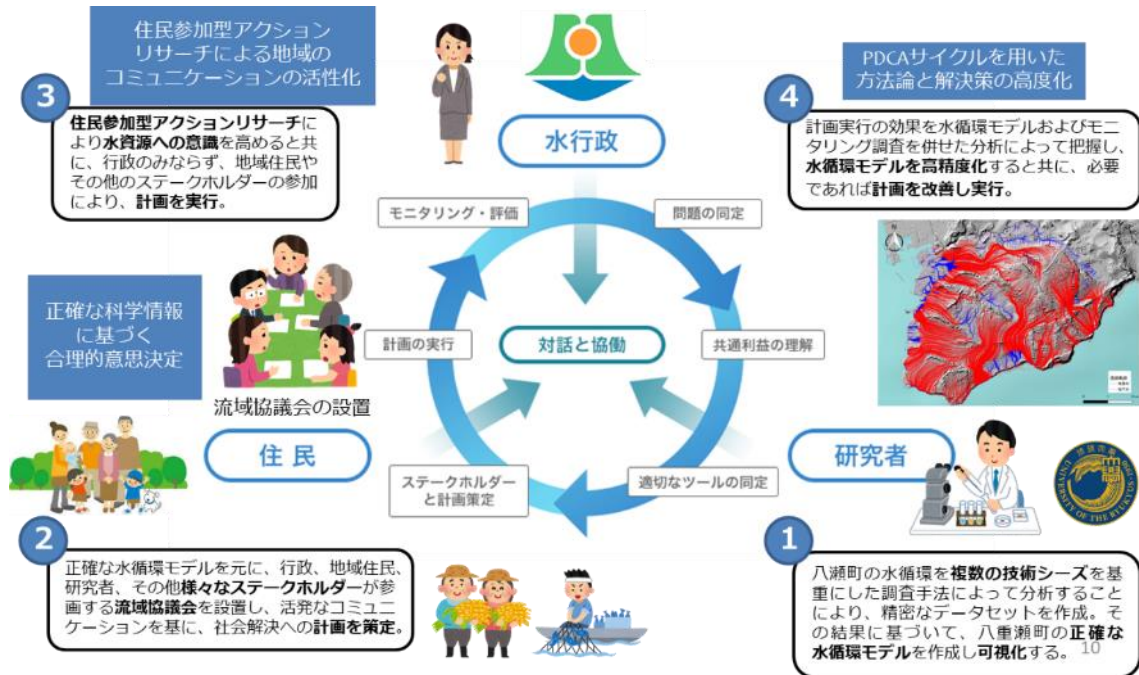


図-1 本プロジェクトにおける社会課題の解決手法

(2) 各実施内容

全体

本プロジェクトと八重瀬町役場との密な連携を可能とする目的で、琉球大学本プロジェクトと八重瀬町との連携協定を締結した(2020年4月)。R1年度末に立ち上げた八重瀬町SOLVE連絡会を、新型コロナの影響が軽減した8月以降に定期的で開催した。八重瀬町保護管理条例で定められている地下水審議会を東風平町と具志頭村の合併後初めて開催した。本プロジェクトの各班のR2年度の実施項目のうち、新型コロナ拡大の影響を受けたものや、その影響が比較的少なく済んだものがみられた。A班による地下水調査や3次元統合的水循環シミュレーションモデル(GETFLOWS)の構築、B2班による室内栽培試験、C・D班による大規模アンケート調査などは遅れがみられたものの、ほぼ計画通り実施出することができた。一方、地域住民との対面を必要とする聞き取り調査やゆんたく会、円卓会議、アクションリサーチなどは新型コロナ拡大の影響を受け一部を除いて実施することが出来なかった。一方、オンライン会議システムを利用することにより、八重瀬町SOLVE連絡会や、みずのわラボと水循環アドバイザー制度を利用したコラボ企画などを頻度高く実施することが出来た。2020年10月には追加予算「新型コロナウイルスCOVID-19影響下における市民参加型島嶼コミュニティ・環境影響評価モニタリング調査」の採択を受け、中間支援者を雇用し、八重瀬町と鹿児島県与論町にて、10月より毎月の採水モニタリング調査、多世代を対象としたみずのわクラブの毎月の実施、COVID-19感染拡大による農業や水産業への影響評価、オンラインによるみずのわセミナーの実施などを行なった。

A班(水循環)

実施項目A)-1: 不均一性の高い帯水層構造と地下水の滞留時間の把握

実施内容: 亜熱帯島嶼の水循環の特徴である「若い地下水」に有効とされる環境トレーサー(SF_6 , ^3H - ^3He)を用いて地下水の滞留時間を推定する。

実施項目A)-2-1: マルチ同位体法による汚染物質の発生機構・輸送プロセスの解明

実施内容: 八重瀬町を中心とした沖縄島南部地域の地下水について、8月に23地点での採水調査を行った。同時に肥料や堆肥など、地下水の汚染源と考えられる物質と周辺土壌のサンプリングも行った。また、地下水の水質の季節変動をモニタリングするため、9月以降は7地点を選定し月1回の採水調査を行っている。さらに11月からは、与論島の7地点での地下水の定期採水調査と分析も行っている。地下水サンプルは、一般的な水質検査に加えて、栄養塩(窒素やリンなど)、ICP-MSを用いた微量元素や重金属の精密測定も行った。さらに、人為的な汚染物質を同定する環境トレーサーとして有用である地下水中の硝酸イオンの窒素・酸素同位体比や硫酸イオンの硫黄・酸素同位体比に加え、ホウ素の安定同位体比も加えたマルチ同位体法を導入し、化学肥料・堆肥、家畜排せつ物などによる、地下水の硝酸態窒素の汚染への寄与率の推定を行った。

実施項目A)-2-2: メタゲノム解析による汚染物質の発生機構・輸送プロセスの解明

実施内容: 次世代シーケンサーを利用したメタゲノム解析を目的に、八重瀬町内の地下水や河川水のサンプリングを実施し、サンプリングやメタショットガン解析に

よる地下水汚染物質同定手法を確立した。

実施項目A)-3： 統合型水循環シミュレーションモデル（GETFLOWS）の構築

実施内容： 統合型水循環シミュレーションモデル（GETFLOWS）の基盤となる不透水層基盤の上面構造の把握や、地下水位データや河川流量データを観測・整理すると共に、モデルの境界や境界条件を決定し、フローの基本モデルを作成した。また、窒素負荷源となる化学肥料や畜産廃棄物の農地への投入量や集落の污水处理整備状況を調査・整理した。

B班（利用・産業）

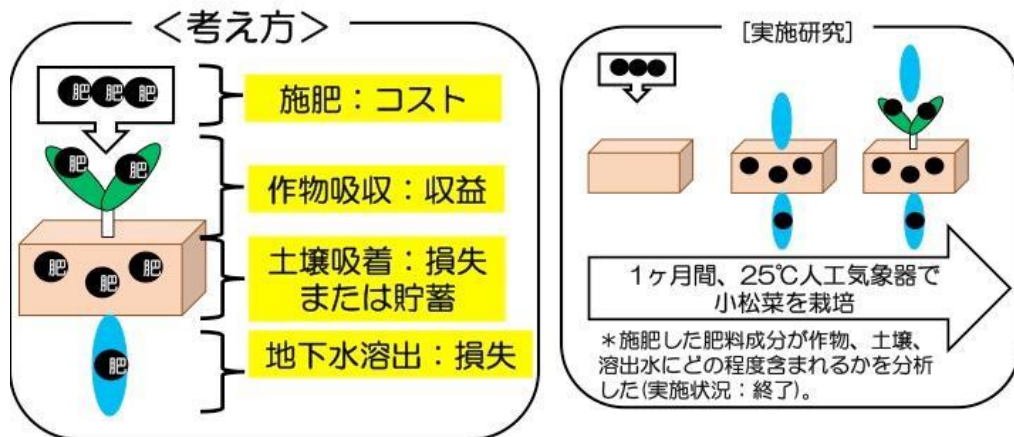
実施項目B-1（利用班）：マルチリソースをめぐる民俗知・利用・アクセスの歴史の変遷の解明

実施内容： 本班は、市民との協働調査を通じて、当該地域における水資源や土地などのマルチリソースをめぐる民俗知と、その利用やアクセスの歴史の変遷を解明することを目的とする。その結果は、市民参加型デジタルマップとして可視化することを目指す。今年度は予備調査として次の①～④の項目を計画とし、追加予算プロジェクトとして採択され、2020年10月より、COVID-19影響評価調査⑤を実施した。

- ① 研究会の実施（年2回程度）
- ② 文献調査
- ③ アクションリサーチの設計
- ④ アクションリサーチの実施
- ⑤ 追加予算「新型コロナウイルスCOVID-19影響下における市民参加型島嶼コミュニティ・環境影響評価モニタリング調査」

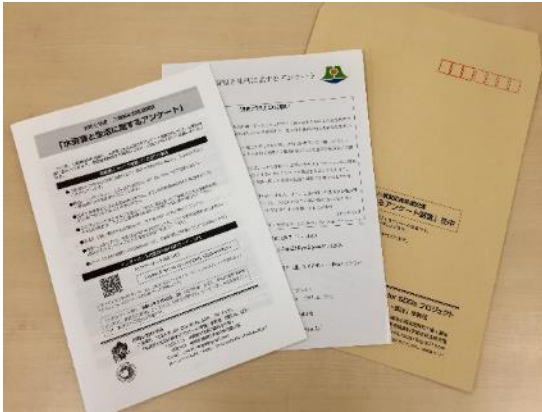
実施項目：B-2（産業班）作物の生産性および経済性を考慮した適正な施肥設計の確立

実施内容： 沖縄に分布する土壌の島尻マージとジャーガルを用いた窒素の挙動試験を行った。本研究では、窒素の動態を把握するのみでなく、経済性も考慮に入れて試験を実施した。これまで環境への負荷軽減を目的とした減肥の研究は多く行われてきたが、その成果は現場(農家)には浸透していない。なぜなら、これまでの研究では経済性を考慮していなかったためと考えられる。



C班（経済効果）/D班（対話・協働）

C班とD班は、それぞれの班の研究開発目標を盛り込み、八重瀬町住民9000人に対し「水資源と生活に関するアンケート」をおこない、郵送回答とWEB回答を合わせ計2568件（3月22日時点）の回答が得られた。調査方法は郵送法、調査期間は令和3年1月27日から令和3年2月28日まで、回収率は28.5%であった。実施項目と実施内容については班ごとに説明する。なお、本アンケートは琉球大学「人を対象とする研究倫理審査委員会」承認を受けている（令和2年11月11日承認。承認番号：27）



八重瀬町民に送付したアンケート一式



琉球大学内で管理されたアンケート回答

C班（経済効果班）

実施項目：水資源保全と水循環健全化に向けた取り組みの経済学的評価

実施内容：水資源保全と水循環健全化に向けた取り組みの経済学的評価を把握する。アンケートより得られた成果は、ステークホルダー間の合意形成へ向けた基礎情報として以下のとおり活用する。

- 八重瀬町内における上下水道管理・維持における支払い意志額を計測することで、水資源と市民生活の向上を目的に適切なサービスを実現する。
- 八重瀬町内の特性調査から選出した9000名の対象者に郵送調査及びWEB調査を実施した。次にアンケートを分析に向けてデータマートした。
- アンケートデータからCVMによって八重瀬町の上下水道管理・維持に関する支払い意志額を算出する。また、質問項目を基点に時間割引率を算出し、支払い意志額と時間割引率、環境意識の関係性について分析を行う。
- 八重瀬町の将来の水需給をみるために支払い意志額と合わせて上下水道の需要予想を行う。
- 地域での協働活動による水資源や環境への意識変化を参加者のコメントからテキストマイニングによって明らかにしていく。

D班（対話・協働）

実施項目：水資源に対する地域住民の認識や意識を把握
流域ガバナンス構築のプロセス分析

科学情報とアクションリサーチを利用した流域ガバナンス構築のプロセス解析
実施内容：水資源に対する地域住民の認識や意識を把握し、ステークホルダー間の合意形成へ向けた基礎情報として活用することを目的とする。R2年度は主に3つの活動をおこなった。全体ミーティングの際に指摘を受けた住民の水資源に対する意識をプロジェクトのKPIとする目的で、1) 八重瀬町民を対象とした水資源に関する意識調査を実施した。C班からの要請を受けて対象者数を当初予定の3,000名から9,000名に変更した。2) 他班が開催する協働調査等の参加者に対する聞き取り調査を、随時、実施した。当初はオフラインのアンケート調査も予定していたが、COVID-19の影響で延期した。3) 米国Association for Research on Nonprofit Organizations and Voluntary Actionカンファレンス（オンライン）に研究者を派遣し、流域ガバナンス構築に関わる情報を収集し、「みずのわラボ」における先行事例の状況も踏まえ、流域ガバナンス構築の解析モデルを試作した。当初予定していたアリゾナ州立大学行動制度環境センター（CBIE）2021ウィンタースクールへの研究者派遣は、COVID-19の影響で断念した。

（3）成果

全体

実施項目：参画と協働に基づく持続可能な水資源利用に向けた流域ガバナンス構築

●多様なステークホルダーが参画する流域協議会の設置・運用開始

実施内容：令和2年4月に琉球大学水の環プロジェクトと八重瀬町役場との連協定が締結された。八重瀬町役場内に本プロジェクトと協働する担当課が参画する「SOLVE for SDGs連絡会」を、新型コロナウイルス蔓延の状況が改善されだした9月と12月に八重瀬町役場内で開催し、本プロジェクトの進捗状況を共有した。令和2年度は本事業に関連するステークホルダーを特定するステークホルダー分析を行うとともに、各ステークホルダーに本プロジェクトの趣旨を説明し八重瀬町の地域課題の共有を行った。さらに、次年度立ち上げる予定の八重瀬町水循環勉強会に沖縄式地域円卓会議の手法を用いるため、同手法を開発実施しているみらいファンド沖縄と意見・情報交換を行った。

●多世代の人々と協働したアクションリサーチの考案・実施

実施内容：R2年度に立ち上がった八重瀬町地下水審議会をベースに、八重瀬町水循環協議会を立ち上げ、できるだけ多くのステークホルダーへの参加を呼び掛ける。八重瀬町水循環協議会では、本プロジェクトの趣旨や各班の研究目的や成果を報告すると共に、窒素負荷低減対策への取り組みについて協議する。R3年度終了時には行動指針の策定を目指す。2020年9月を目標に八重瀬町水循環勉強会を立ち上げ出来るだけ多くのステークホルダーへの参加を呼び掛ける。八重瀬町水循環勉強会では地域円卓会議の手法を取り入れ、本プロジェクトの趣旨や各班の研究目的や成果を報告すると共に、窒素負荷低減対策への取り組みについて協議する。今年度終了時には行動指針の策定を目指す。R2年度にみずのわラボを通じて交流を持つことが出来た熊本市や宮崎県都城市による地下水保全や窒素負荷低減対策への取り組みの視察を予定している。

A班（水循環）

実施項目A)-1：不均一性の高い帯水層構造と地下水の滞留時間の把握

成果：地下水の滞留時間を推定し、地下水流動シミュレーションへのインプット・データとするため、沖縄島南部地域において年代測定のための地下水のサンプリングを12月4, 5日に行った。SF₆法を用いた年代測定では、慶座地区で1~4年、米須地区で7~9年の範囲であった（長崎大・利部）。さらに、同時にサンプリングした地下水の³H-³He法を用いた年代測定も行った（琉球大・土岐、東大大気海洋研・高畑）。すべての地下水が本法の適応範囲よりも若い（10年以下）年代を示した。米須地区の地下水が少し古い傾向（6-8年）が認められた。

実施項目A)-2-1：マルチ同位体法による汚染物質の発生機構・輸送プロセスの解明

成果：定期地下水調査の結果、沖縄島南部地域の地下水の硝酸態窒素濃度は2~22 mg/Lの範囲にあり、平均値は9.6 mg/Lであった。各月によって地下水中の硝酸性窒素濃度に変動がみられた。水道水源となっている井戸付近（G23）では、いずれの月も水道水質基準値10 mg/Lを下回る結果となった。一方、G23の上流側に位置する井戸では10 mg/Lを上回る値を示した。一方で、与論島の地下水の硝酸態窒素濃度は2~6 mg/Lの範囲にあった。代表して沖縄島南部地域における地下水中の硝酸性窒素濃度の経時変化を図1に示す。

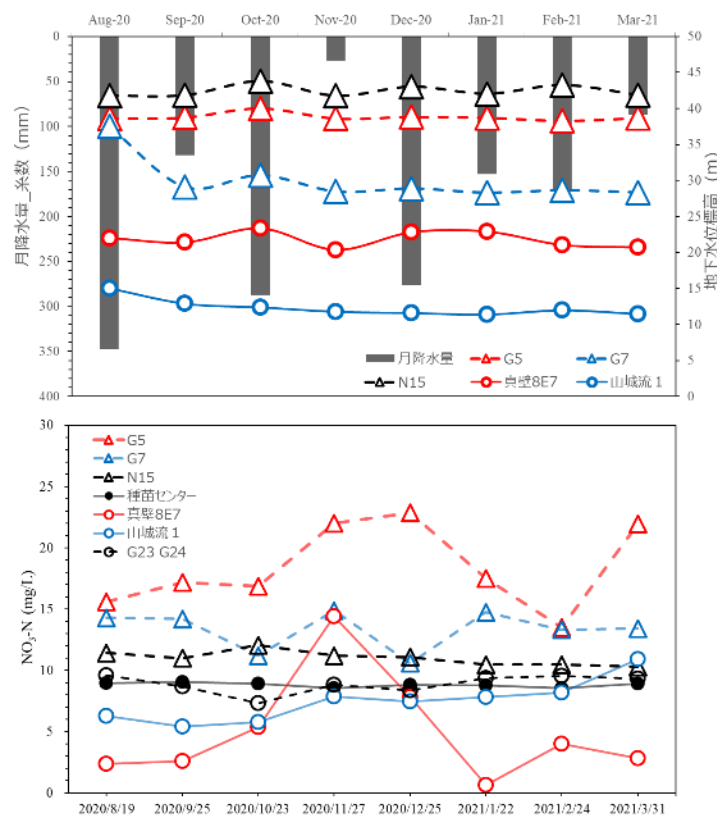


図1 沖縄島南部地域における地下水中の硝酸性窒素濃度の経時変化

●硝酸イオンの窒素、酸素同位体分析

地下水中の硝酸イオンの窒素、酸素同位体を測定した（熊本大・細野）。硝酸イオン中の窒素・酸素安定同位体比は、脱窒菌法にて硝酸イオンを一酸化二窒素の形まで還元し、質量分析装置に直接導入することで測定した。また、その他のイオン濃度は、イオンクロマトグラフを用いて、検量線法により測定した。異なる土地利用下でハンドオーガーによって得られた50-70 cm深度の土壌から溶出法により土壌水成分を抽出し、これらを比較試料とした。すなわち、化学肥料の施肥による影響を受けている圃場の土壌水、堆肥の施肥による影響を受けている圃場の土壌水、堆肥の野積みによる影響を受けている土壌の土壌水を、地下水に直接付加しうる汚染の原因物質とみなし、それら比較物質と地下水試料の組成の比較・検討を行った。結果、慶座地下ダム流域においては、主として堆肥の施肥ならびに不適切な野積みが原因で、一部の井戸で水道水質基準を超過する程度の硝酸性窒素汚染が進行している実態が明らかとなった。一方、米須地下ダム流域では、今回は特に脱窒域と判断される地点で採水を行った結果、従来の結果と調和するような、顕著な脱窒の作用により、一旦堆肥の野積みが原因で上昇した硝酸性窒素が、局所的にはあるが水道水質基準値以下にまで浄化されている実態が読み取れた。

●ホウ素同位体分析

地下水のホウ素濃度とホウ素同位体比の測定を行った。ホウ素の同位体分析では、分析の前処理としてホウ素を他元素から高効率で分離する必要がある。地下水からのホウ素の効率的な分離方法を開発し、簡便な分離方法（極小イオン交換カラム分離法）を確立した。地下水のホウ素濃度は18~170 ug/L、ホウ素同位体比 $\delta^{11}\text{B}$ は21~36の範囲にあった。8月から12月の期間では、それぞれの地点で濃度や同位体組成に顕著な変化は認められなかった。

ホウ素濃度と硝酸態窒素濃度には正の相関がある。さらに硝酸態窒素濃度が高い方向へ向けて、2つのトレンドが認められた。このことは、主要な窒素負荷源として少なくとも2種類の成分があることを示唆している。硝酸態窒素濃度が高い地下水は、ホウ素同位体比が低くなる傾向がある。

汚染源の負荷率を推定するため、地域で使用されている堆肥や化学肥料について、現場で採取したものと、市販されているものについて、超純水への溶出試験を行い、溶出したホウ素量と同位体比を測定した。地下水のホウ素濃度と同位体比は、これらの2種類の汚染源の平均値との混合線にそってプロットされる。負荷率を定量的に見積もることが可能となった。

与論島の地下水のホウ素濃度は約20ug/L、ホウ素同位体組成は $\delta^{11}\text{B}$ =約32でほぼ均質であった。沖縄島南部の地下水に比べると、ホウ素濃度は低く、同位体組成は高い傾向がある。地下水の汚染の程度は低いと判断される。

● 高い硫酸イオン濃度の原因究明

本調査によって、沖縄島南部地域の地下水は、他の同様な石灰岩地帯の地下水に比べて硫酸イオン濃度が高い傾向が認められた（平均値は SO_4^{2-} =80 g/L）。

硫酸の負荷源としては、2つの可能性がある。一つは硫酸アンモニアを主とする化学肥料、もう一つは南部一帯の広範囲で客土に使われている島尻層群泥岩である。特に琉球石灰岩の下位にあって不透水層を構成している泥岩（島尻層群）の広範囲にわたる客土が主要因である可能性が出てきた。泥岩層には黄鉄鉱（FeS₂）が含まれており、これが風化などで分解し、硫酸イオンとして地下浸透して地下水の硫酸イオン濃度を高めている可能性が考えられる。そこで、2021年3月に泥岩と黄鉄鉱、および泥岩からの溶出液をサンプリングした。これらの硫黄同位体比と地下水中の硫酸イオンの硫黄同位体比を比較することで、硫酸イオンの起源を定量的に評価する予定である。

実施項目A)-2-2：メタゲノム解析による汚染物質の発生機構・輸送プロセスの解明

成果：水環境を総合的に評価するために、地下水中のショットガンメタゲノム解析を行った。得られた菌叢解析の結果を水質分析の結果と共に検証したところ各地点はそれぞれ慶座・米須の流域毎に分類されグループ化された。このことから、慶座・米須それぞれの地下ダム建設が流域ごとの地下水の環境要因・細菌叢ともに類異性をもたらすことが示唆された。また、一方で、水質や細菌叢が他の地点とは異なる点が多い特異的な地点も存在することがわかった。そのような地点ごとの特徴を解明するためにも、今後も継続的に様々な地点のサンプリングを行い、メタゲノム解析を行っていく必要がある。現在16SrRNAメタゲノム解析を実施中である。

実施項目A)-3：統合型水循環シミュレーションモデル（GETFLOWS）の構築

成果：本年度は統合型水循環シミュレーションモデル（GETFLOWS）の基盤となる不透水層基盤の上面構造の把握に重点を置いた。その結果を基に広域地下水流動モデルを構築し慶座地下ダム流域を正確に推定することができた。推定された慶座地下ダム流域において、原単位法を用いて窒素負荷発生量を推定した結果、発生源として化学肥料の他にバイオマスプラントから散布される堆肥の負荷が大きいことが明らかとなった。

B班（利用・産業）

B-1：利用班

実施項目：マルチリソースをめぐる民俗知・利用・アクセスの歴史的変遷の解明

- ① 研究会の実施（年2回程度）
- ② 文献調査

八重瀬町における土地利用や産業、水へのアクセスの社会経済的な変遷を理解するため、統計や町・村誌、湧き水の水質汚染のあった1970年代を中心とした新聞記事のマイクロフィルム等の基礎的史料目録を作成した。さらに画像資料として、沖縄県立公文書館で土地改良以前の古写真と古地図、航空写真をデータ収集し、リストを作成した。次年度は、これらの画像資料をもとに聞き取り調査を実施し、土地と水利用の変遷を明らかにする。

- ③ アクションリサーチの設計

効果的なアクションリサーチの設計に向けた情報収集として、TheEuroScience

Open Forum (2020年7月、北イタリア) に現地参加予定だったが、COVID-19感染拡大の影響を受け、オンライン参加となった。フォーラムの内容は、Withコロナ時代が反映され、特に不確実性を伴う科学や科学者の社会的責務、シチズンサイエンスに果たす科学者の役割の再考などに議論が展開された。改めて、科学と社会のつながりを再考するターニングポイントに立たされていることを実感した。

④ アクションリサーチの実施

COVID-19の影響を受け、今年度は予定していたアクションリサーチを全く実施することができなかった。しかし、沖縄県内のCOVID-19感染拡大の状況が落ち着いた10月に、昨年度から連携を始めたカラベジ農家より声掛けをいただき、B-1班として、環境に配慮した農業体験のワークショップや、八重瀬産の野菜などを使った「やえせ茶懐石」に琉球大学の学生とともに参加した。これらの地域主体の取り組みへの参加をきっかけに、人文社会学部の学生による農家や商工会議所へのインタビュー調査を実施し、報告書にまとめることができた。R3年度は、地元農家と大学生とのコラボレーションとしてアクションリサーチを計画することになった。



琉球大学人文社会学部の学生による農業体験と聞き取り調査 (2020年10月～11月)



やえせ茶懐石 (2020年11月7日)



報告書「ミニフィールドワーク」(2021年3月刊行)

B-2 (産業班)

実施項目：B-2 (産業班) 作物の生産性および経済性を考慮した適正な施肥設計の確立

成果①：減肥による小松菜の生育

島尻マージでは、5割減肥区では土壌の深さにかかわらず相対生育は0.65-0.68だったことから、約3.5割減少し、2.5割減肥区でも土壌の深さにかかわらず相対生育は0.89で、約1割減少した(表1)。ジャーガルにおいて、5割減肥区では土壌の深さにかかわらず相対生育は0.58-0.67だったことから、約4割減少し、2.5割減肥でも土壌の深さにかかわらず相対生育は0.85-0.88で、約1割減少した(表1)。例えば、小松菜生育量が直接販売額に反映されるとした場合、農家の収入額は[販売額-施肥量(コスト)]である。これを前提とした場合、農家収入額が多くなるのは上記の式の差が大きくなる時である。生産量が多くなるのが農家収益を上げる方法ではなく、上記のように販売額とコストの差を大きくすることが赤字に転じしないことも重要である。従って、表1で得られたデータから、減肥による収入減の目安を示すことができた。

表1. 島尻マージとジャーガルにおける小松菜生育(慣行区に対する相対生育)

処理区	島尻マージ	ジャーガル
5.0割減肥 土壌深さ 5cm	0.68	0.66
5.0割減肥 土壌深さ10cm	0.65	0.67
5.0割減肥 土壌深さ15cm	0.67	0.58
2.5割減肥 土壌深さ 5cm	0.89	0.85
2.5割減肥 土壌深さ10cm	0.89	0.88
2.5割減肥 土壌深さ15cm	0.89	0.88

成果②：窒素の分配

表2は島尻マージにおける土壌窒素、溶出窒素、植物窒素(慣行区に対する相対値)である。土壌窒素は土壌深さにかかわらず相対生育値が約1だった。溶出窒素は土壌深さにか

かわらず5割減肥ではが5割減し、2.5割減肥では1割減だった。植物窒素は土壌深さにかかわらず5割減肥では2-3割減し、2.5割減肥では約1割減だった。この結果から、2.5割減肥で溶出Nの減少割合が1割以上になること示しているが、一方、植物Nの1-2割減少していることから、減肥割合の提示は慎重に行われなければならない。

表2. 島尻マーヅにおける土壌N、溶出N、植物N(慣行区に対する相対値)

	相対 土壌N	相対 溶出N	相対 植物N
島尻マーヅ5割減 土壌深5cm	1.0	0.4	0.8
島尻マーヅ5割減 土壌深10cm	0.9	0.3	0.8
島尻マーヅ5割減 土壌深15cm	1.0	0.4	0.7
島尻マーヅ2.5割減 土壌深5cm	0.9	0.9	1.0
島尻マーヅ2.5割減 土壌深10cm	1.0	0.9	0.9
島尻マーヅ2.5割減 土壌深15cm	1.0	0.9	0.8

表3はジャーガルにおける土壌窒素、溶出窒素、植物窒素である。土壌窒素および溶出窒素は土壌深さにかかわらず0.9-1.0 だったことから、慣行区と大差がなかった。一方、植物窒素は2.5割と5.0割減肥区の土壌深さ5cmで相対値が0.6と0.5だったが、これら以外では相対値が1.0だった。ジャーガルは減肥による土壌窒素、溶出窒素に影響を与えないことがわかった。これはジャーガルの特性でもある難透水性であることが関係していると考えられる。安易に島尻マーヅとジャーガルを比較はできないが、島尻マーヅの方が減肥による溶出窒素や作物生育に影響を与えやすいことが考えられる。

表3. ジャーガルにおける土壌N、溶出N、植物N(慣行区に対する相対値)

	相対 土壌N	相対 溶出N	相対 植物N
ジャーガル5割減 土壌深5cm	1.0	0.9	0.5
ジャーガル5割減 土壌深10cm	0.9	0.9	1.0
ジャーガル5割減 土壌深15cm	0.9	0.9	1.0
ジャーガル2.5割減 土壌深5cm	1.0	0.9	0.6
ジャーガル2.5割減 土壌深10cm	0.9	1.0	1.0
ジャーガル2.5割減 土壌深15cm	0.9	0.9	1.0

C班（経済効果）

実施項目：水資源保全と水循環健全化に向けた取り組みの経済学的評価

- 1) 八重瀬町民の特性調査をおこない、調査対象者となる町民を選出した。
- 2) その結果得られたアンケートからデータマートをおこない、経済効果と環境意識及び環

境配慮行動の関係性を明らかにするための手順を進めた。

- 3) 支払い意思額と合わせ、地区ごとの需要予想をおこなうためのデータ整理をおこなった。
- 4) 地域の協働活動で得られた小アンケートや、町民意識調査の記述回答から、テキストマイニングによる環境意識と学習効果の関連をみるため、テキストマイニングソフトの整備をおこなった。

D班（対話・協働）

実施項目：水資源に対する地域住民の認識や意識を把握

流域ガバナンス構築のプロセス分析

科学情報とアクションリサーチを利用した流域ガバナンス構築のプロセス解析

- 1) C班と共同で、八重瀬町民を対象とした水資源に関する意識調査を実施した。
- 2) 他班が開催する協働調査等の参加者に対する聞き取り調査を、随時、実施した。当初はオフラインのアンケート調査も予定していたが、COVID-19の影響で延期した。
- 3) 米国Association for Research on Nonprofit Organizations and Voluntary Actionカンファレンス（オンライン）に研究者を派遣し、流域ガバナンス構築に関わる情報を収集し、「みずのわラボ」における先行事例の状況も踏まえ、流域ガバナンス構築の解析モデルを試作した。知識のガバナンスに注目することにより、必要な政策手段の選定と、ステークホルダーのコミュニケーションを効果的に組み合わせることで進めることができるのではないかという気づきを得た。

（4）当該年度の成果の総括・次年度に向けた課題

A班（水循環）

- A班のキックオフミーティングと沖縄島南部地域の地下水の合同調査を8月に行った。地下水水質のモニタリング地点を7地点に選定し、月1回の頻度でサンプリングと測定を行なっている。来年度には1年をとおしたデータが蓄積され、季節変動が明らかになることが期待される。さらに11月からは与論島での地下水の定期サンプリングも開始した。
- 沖縄島南部地域では、複数の方法（SF6法と3H/3He法）で地下水の滞留時間の推定が行われた。10年よりも若い年代が算出されており、水循環の時間的スケールが早いことが示された。次年度は、これらのデータをシミュレーションへのインプットデータとして統合的な解析につなげたい。
- 水温、pH、EC、陽・陰イオン濃度、微量元素濃度など水質について、網羅的なデータを蓄積している。次年度は、硝酸態窒素濃度が高い地点の地理的パターンの解析、汚染源の特定と寄与率の定量的評価を行う。
- 硝酸イオンの窒素、酸素同位体から、慶座地下ダム流域では、主として堆肥の施肥ならびに野積みが原因で、環境基準を超過する硝酸性窒素汚染が、加速的に進行していることがわかった。
- 地下水のホウ素濃度とホウ素同位体組成を分析した。硝酸態窒素濃度と組み合わせることで、汚染源に少なくとも2種類があることが判明した。汚染源と考えられる堆肥や化学肥料なども分析を終了しており、次年度はこれらの負荷の寄与率を計算する。また、酸素、窒素、硫黄同位体のデータと組み合わせ、マルチ同位体の総合的な解析手法を

確立する。

- 沖縄島南部地域の地下水は、他の同様な石灰岩地帯の地下水に比べて硫酸イオン濃度が高い傾向が認められた。南部一帯の広範囲で客土に使われている島尻層群の泥岩と地下水の硫酸イオンの硫黄同位体比から、硫酸イオンの起源を定量的に評価する。
- メタゲノム解析では代表的なサンプルについて興味深いデータが得られた。次年度はサンプリング対象を広げて、包括的なデータベースを構築したい。
- 原単位法を用いて窒素発生負荷量を推定した結果、バイオマスプラントからの散布される堆肥による窒素負荷量が多いことが明らかとなった。今後、慶座地下ダム流域への堆肥の散布を制限する必要がある。
- 地下水シミュレーションについては、ハードとソフト面の整備が行われた。入力データが得られればプロトタイプモデリングに取り組める状況である。データの可視化によって、他の班や「八重瀬町SOLVE for SDGs連絡会」でも使えるような分かりやすいコンテンツを提供したい。

B-1班（利用）

- 今年度の成果

八重瀬町における土地利用や産業、水へのアクセスの社会経済的な変遷を理解するため、統計や町・村誌、湧き水の水質汚染のあった1970年代を中心とした新聞記事のマイクロフィルム等の基礎的史料目録を作成した。さらに画像資料として、沖縄県立公文書館で土地改良以前の古写真と古地図、航空写真をデータ収集し、リストを作成した。

- 次年度の課題

次年度は、これまでに収集した画像資料をもとに聞き取り調査を実施し、土地と水利用の変遷を明らかにする。

B-2（産業班）

- 今年度の成果

今年度は屋内試験にて、減肥による植物生育評価と溶出窒素の評価を行い、2.5割-5.0割減肥が溶出窒素を減少することができ、かつ植物生育の減少割合も1-2割程度に抑えることができることが明らかになった。

- 次年度の課題

次年度は今年度の成果をもとに、屋外試験を行う予定である。溶出窒素を抑えるには減肥しか方法はなく、その減肥がもたらす植物生育への影響を調べる。農家が減肥を行えない一番の理由は、減肥による植物生育の低下である。今年度、屋内試験で明らかにした減肥割合を屋外で実施し、その成果を農家にヒアリングし、減肥が実施可能な方法かを最終的に調べる。

現在は、屋外試験に協力していただける農家を八重瀬町役場を通じて、探している途中である。試験開始は、9月以降を予定している。

C班（経済効果）

- アンケートのデータマートを行い、基礎統計を得られた。

- 今後、CVMから上下水道管理・維持についての町民の支払い意志額が得られることから、水資源の改善についての経済効果が算出されると考えられる。
- この支払意志額から環境意識や時間割引率との関連が見いだされると考えられるので、積極的に協力してくれる町民と消極的な町民の特徴がわかる。
- その特徴に応じた協働活動や町への参画方法が提示できるようになる。
- 様々な協働活動が頻繁に行われることで、町民の環境意識に変化がもたらされることから、将来的により多い支払い意志額や協調的な行動選択が増加すると予想される。
- 学習効果から、社会に対してより良い行動や支払い意志が見られるならば、持続的社会における教育の価値がさらに重視されるようになると考えられる。

D班（対話・協働）

- 「D-1 水資源に対する地域住民の認識や意識を把握」は順調に進んでいる。今年度取得したデータを用いて、次年度は住民の地域資源に関する認識と環境意識との関連を詳細に検討し、報告書にまとめる予定である。
- 「D-2 流域ガバナンス構築のプロセス分析」は、解析モデルの構築という点では順調に進んでいる。知識のガバナンスが鍵になると考えている。そのためには、プロジェクトメンバーを含むステークホルダー間のコミュニケーション、それを促す仕組みづくりが必要だが、それが十分でないと感じている。情報共有ツールの活用や定期的な聞き取り調査により、次年度以降、取り組んでいきたい。

（5）追加予算「新型コロナウイルスCOVID-19影響下における市民参加型島嶼コミュニティ・環境影響評価モニタリング調査」

2020年1月以降、世界各地で感染が拡大するCOVID-19は、本プロジェクトの対象とする亜熱帯島嶼の各地に深刻な影響を及ぼしてきた。本プロジェクトは、2020年10月に募集された「新型コロナウイルス感染症関連」活動として、これまで協働実施者である沖縄県八重瀬町で行ってきた市民参加型アクションリサーチ（みずのわ 教室）をもとに、「新型コロナウイルスCOVID-19影響下における市民参加型島嶼コミュニティ・環境影響評価モニタリング調査」を提案し、採択された。本活動はこれまで市民とともにやってきたアクションリサーチの調査項目に、COVID-19感染拡大が島嶼コミュニティに与えた環境と社会への影響評価指標を加え、調査地である沖縄県八重瀬町と同様に水資源の枯渇や汚染の社会課題を抱える他地域を比較対象として選定した。そして、市民とともに調べ、明らかにした調査結果をもとに、災禍から、健全な水循環と人間活動のバランスのとれた亜熱帯島嶼の未来を志向する多世代や多様なステークホルダー、地域間の対話の深化を目指してきた。

本追加調査による最も大きな成果は、Withコロナ時代の地域共創型研究として、「中間支援者」として現地調査員を雇用し、レジデント型リサーチ・パートナーとして育成する新たな地域共創型研究のモデルを構築することができたことである。本調査によって八重瀬町と与論町で構築できたNPOおきなわ環境クラブと、NPO海の再生ネットワークよるんと協働調査は、次年度以降も継続する予定である。

【具体的な活動内容と成果】

●地域と調べる

・地下水モニタリング調査

本プロジェクトによって雇用する現地調査員を中心に、八重瀬町と与論町にてモニタリングチームを結成し、地下水や湧水の硝酸性窒素濃度を定点観測した。計画当初は高校生を対象としていたが、COVID-19感染拡大の影響を受け、学校を通じた集団の課外活動を学校側が自粛していることから、地域住民に広く参加を呼びかける「みずのわクラブ」の活動に変更した。2020年11月より月1回定期開催し、3月には八重瀬町と与論町をオンラインでつなぎ、互いにモニタリング結果を報告・共有する場を企画した。さらに、A1ユニットが中心となり、ロックダウンによる観光産業や農業をはじめとする人間活動の停滞と再開が、どのように島嶼環境に影響を与えるのかを科学的にモニタリング分析中である。

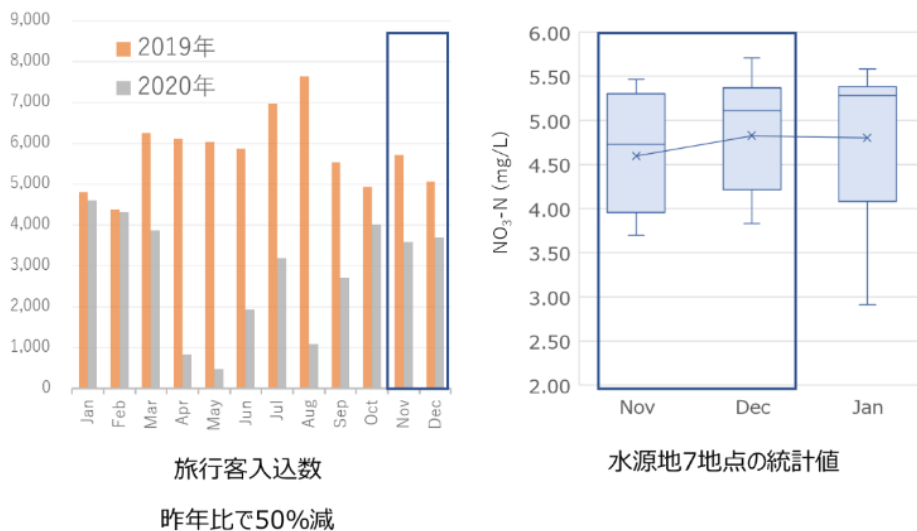


図 与論島への旅行客入込数（人）と地下水中の硝酸性窒素（NO₃-N）濃度

・コミュニティアーカイブ「コロナアーカイブ」

どのように島嶼コミュニティがCOVID-19を乗り越えようとしたのかを市民と共に考え、記録するコロナアーカイブの構築に取り組んだ。与論町では、歴史資料として、モノだけではなく、市民の声も「ストーリー（オーラルヒストリー）」として収集し、記録するために、与論町教育委員会、国立歴史民俗博物館、琉球大学人文社会学部高橋そよ研究室（B1ユニット長）の三者にて、「個人情報等の配慮および情報保持の方針」と「地域資料継承・共有事業に関する覚書」を取り交わした。地域住民との橋渡しとなる中間支援者とは定期的にオンラインミーティングを重ね、コロナ禍を記録する地域資料として1）モノ資料（ポスター、島外からの応援グッズ等）、2）写真・映像、3）声（さまざまな職種へのインタビュー：教育長や消防士、漁協関係者等17名、コロナオンライン座談会：宮司、酒造会社、NPOあんなまーず&妊婦等）、4）産業統計や新聞記事等を収集した。次年度は、国立歴史民俗博物館メタ資料学研究センターの重点プロジェクトに位置付けられ、今後も引き続き島の人々の声を収集する。そして、研究者と地域住民との協働による共時的対話の場づくりを通して、現在進行形で生成される災禍に向き合う地域の歴史文化資料

のデータ化と活用のあり方を検討する。

●地域と考える

今年度は、オンライン座談会を4回、インタビューを17人に行った。これらの調査により、COVID-19感染拡大が島嶼コミュニティに与えた社会システムや資源利用への影響を分析するための資料やデータ、インタビュー結果を収集することができた。今後、B1ユニットの研究課題である多様な資源利用の歴史の変遷を解明するデータとして取り扱っていく。特に、農業と漁業の生産と流通に関するデータの集計と分析を行っているところである。これらの調査を地元の間支援者とともに行うことにより、地域住民と共に環境に配慮したwithコロナ時代の島嶼コミュニティの未来やそれぞれの社会とのつながりのあり方を考える場となった。これらの対話の成果は、ウェブマガジンと副読本にまとめる予定である。



▲オンライン座談会 NPOあんまーず
2020/12/26

与論町漁師へのインタビュー2020/12/06 ▶





▲追加予算によって契約したNPOおきなわ環境クラブ（八重瀬町）の活動成果としての「みずのわクラブ壁新聞」の一部

▲追加予算によって契約したNPO海の再生ネットワークよろん（与論町）の活動成果としての「みずのわクラブ壁新聞」の一部

2 - 3. 会議等の活動

●ワークショップ、セミナー 〈みずのわラボ：関係者対象〉

年月日	名称	場所	概要
令和2年10月21日（水）	内閣官房水循環アドバイザーレクチャー「第1回みずのわラボ」	Zoom/ 八重瀬町役場2階会議室	八重瀬町が制度を利用している内閣官房水循環アドバイザーの吉富友恭氏（東京学芸大学環境教育研究センター教授）を招聘し、オンラインでのレクチャーと意見交換をおこなった。テーマ「市民参加型アクションリサーチの設計と行動変容」。
令和2年10月22日（木）	内閣官房水循環アドバイザーレクチャー「第2回みずのわラボ」	Zoom/ 八重瀬町南の駅2階会議室	内閣官房水循環アドバイザーの大元鈴子氏（鳥取大学地域学部准教授）を招聘し、オンラインでのレクチャーと意見交換をおこなった。八重瀬町の農家、商工会の関係者も参加した。テーマ「環境保全型農業と小さな流通圏の実現に向けた先進事例紹介」
令和2年12月18日（金）	内閣官房水循環アドバイザー視察・レクチャー「第3回みずのわラボ」	八重瀬町役場2階会議室 /Zoom	内閣官房水循環アドバイザーの永田務氏（熊本市）を現地招聘し、先進事例としての熊本市の取組みについてレクチャーと意見交換をおこなった。テーマ「健全な水循環と地域づくり」。午前中に南部水道摩文仁浄水施設、慶座地下ダム、バイオマスプラント、南の駅を視察した。
令和3年1月13日（水）	内閣官房水循環アドバイザーレクチャー「第4回みずのわラボ」	Zoom/ 八重瀬町役場2階会議室	内閣官房水循環アドバイザーの谷芳生氏（秦野市）を招聘し、オンラインでのレクチャーと意見交換をおこなった。テーマ「秦野名水を守り育てる秦野市の水循環」。
令和3年3月22日（月）	内閣官房水循環アドバイザーレクチャー「第5回みずのわラボ」	Zoom/ 八重瀬町役場2階会議室	内閣官房水循環アドバイザーの軸園祐介氏（都城市）を招聘し、オンラインでのレクチャーと意見交換をおこなった。テーマ「都城盆地における土地利用・地形・地質構造と地下水流動」。

〈みずのわクラブ：一般、子ども対象〉

令和2年11月 29日（日）	第1回みずのわクラブ「子ども会とわき水しらべ」	与座公民館・ユムチガー	子どもたちへの環境教育に携わるNPOおきなわ環境クラブへの委託により、八重瀬町の子どもたちを対象に「みずのわクラブ」を発足。初回は八重瀬町安里・仲座・与座の子ども会と、地域資源保全の会とともにユムチガーの生き物観察と簡易水質調査をおこなった。
令和2年12月 20日（日）	第2回みずのわクラブ「漫湖に遠足」	漫湖公園	漫湖・水鳥湿地センターでの自然観察をおこなった。子どもたちと保護者、大学関係者の計12名が参加し、①生き物観察、②パックテストによる水質調査、③漂着物観察、④植栽活動をおこなった。
令和2年12月 22日（火）	みずのわクラブin与論 第1回サイエンスレクチャー	Zoom/ 与論町役場多目的ホール	NPO海の再生ネットワークよろんとの共催で、本プロジェクトメンバーの新城竜一教授によるレクチャーを開催した。テーマ「与論島の地下水を介した陸と海のつながり」。
令和3年1月 17日（日）	第3回みずのわクラブ「地域の川のいきもの調べ」	報得川、西原川	八重瀬町の報得川と西原川の合流点で、生き物調査をおこなった。子どもたちと保護者、大学関係者の計15名が参加し、①生物指標の記録、②大腸菌群数のカウント、③パックテストによる水質検査をおこなった。
令和3年2月 21日（日）	第4回みずのわクラブ「大学で水の実験してみた」	与座集落センター、摩文仁浄水場、慶座地下ダム、慶座バンタ	子どもたちと保護者、大学関係者計18名が参加し、八重瀬町のビニールハウスと、摩文仁浄水場、慶座地下ダム、慶座バンタを見学し、地域の「みずのわ」マップづくりをおこなった。
令和3年3月 21日（日）	第5回みずのわクラブ「わき水調査&与論島とWEB交流会」	琉球大学亜熱帯島嶼研究拠点棟3階	子どもたちと保護者、大学関係者計11名が参加し、これまでの水質調査の復習と、調査結果にもとづくグラフづくりをおこなった。また、同プロジェクトで水質モニタリングをおこなっている与論島の

			子どもたちとのWEB交流会では、みずのわクラブの活動を通して学んだことを発表し共有した。
--	--	--	--

●ミーティング

年月日	名称	場所	概要
令和2年5月29日（金）	コアメンバー会議	Zoom	コロナ禍における年度計画の実施について、各班の状況確認と今後の対応について協議した。
令和2年6月5日（金）	コアメンバー会議	Zoom	経済効果班（C班）と住民意識調査班（D班）連携について協議した。
令和2年7月14日（火）	B班（産業班）八重瀬町種苗センター訪問	八重瀬町種苗センター	産業班が施肥に関する栽培試験をおこなうにあたり、重要なカウンターパートとなる八重瀬町種苗センターに対しプロジェクトの目的と栽培試験の趣旨説明をおこなった。
令和2年8月14日（金）	コアメンバー会議	Zoom	コロナ禍における年度計画の実施について、各班の状況確認と今後の対応について協議した。
令和2年8月18日（火）	A班（水循環班）キックオフミーティング	琉球大学理学部、Zoom	水循環班が始動するにあたり、研究開発の方向性の確認と、対象地域である八重瀬町の水資源流域における合同調査の実施について調整をおこなった。（琉球大学のほか北里大学、熊本大学、長崎大学、信州大学、産業技術総合研究所、（株）地圏環境テクノロジー、沖縄環境科学センター、（社）トロピカルテクノプラスの研究者らが参加）
令和2年8月28日（金）	プロジェクト戦略会議	琉球大学理学部/Zoom	ビジョンの実現に向け、研究開発プロジェクトとマネジメントチーム（総括・総括補佐・アドバイザー・事務局）で、コロナ禍による計画変更とコロナ関連追加予算申請についての議論をおこなった。
令和2年9月10日（木）	八重瀬町第1回連絡会	八重瀬町役場2階会議室	コロナ禍と台風の影響で2回の延期を余儀なくされたが、研究チームの進捗状況報告、八重瀬町総合

			基本計画の動向報告、内閣官房水循環政策本部事務局「水循環アドバイザー制度」の活用等について、八重瀬町と琉球大学で情報共有をおこなった。
令和2年12月11日（金）	八重瀬町第2回連絡会	八重瀬町役場2階会議室	研究チーム各班の進捗状況を説明しながら、八重瀬町との意見交換をおこなった。施肥に関する栽培試験、大規模アンケート調査実施の協力依頼もおこなった。子どもたち向けの「みずのわクラブ」、向陽高校との連携についても報告した。
令和3年2月5日	プロジェクト戦略会議	琉球大学理学部/Zoom	ビジョンの実現に向け、研究開発プロジェクトとマネジメントチーム（総括・総括補佐・アドバイザー・事務局）で、八重瀬町流域水循環協議会設置に向けての議論をおこなった。

そのほか Slack やメールを通じて、随時各班あるいは班のリーダーどうしで課題を共有しディスカッションをおこなった。

年月日	名称	場所	概要
R2年2月4日	ミーティング	Slack	研究方針についての話し合い
R2年6月12日	ミーティング	Slack	アンケート内容の協議
R2年7月8日	ミーティング	Slack	質問項目について話し合い
R3年1月18日	ミーティング	Slack	アンケート集計について話し合い

3. 研究開発成果の活用・展開に向けた状況

特になし。

4. 研究開発実施体制

コミュニケーショングループ(CG)

役割：計画や手法の見直しなどのアクションプランを検討・実施することでプロジェクト内でのPDCAサイクルを機能させる。

概要：研究代表者、各班リーダー、コアメンバー、URA（コーディネーター）および八重瀬町SOLVE for SDGs連絡会は、四半期毎にミーティングを実施し、各班の活動の進捗状況の共有と確認を行う。

●A班（水循環）

役割：八重瀬町の地下水の流動や滞留時間を明らかにし、地下水中の硝酸性窒素の各種窒素負荷源の寄与率を正確に算定すると共に、3次元水循環シミュレーションモデルで得られた科学情報を可視化する。

概要：技術シーズを利用した水循環の可視化

●B-1班（利用）

役割：マルチリソースをめぐる民俗知・利用・アクセスの歴史的変遷から、水資源をはじめとする多様な資源や土地利用の変容パターンや要因、限られた資源を活かすための民俗知や社会の仕組みを明らかにする。

概要：1) 衛星画像による土地利用と水資源利用の関係性の解析、2) アーカイブ写真等を用いた生業変容に関する民俗学的聞き取り調査から、人々がどのように戦後沖縄の社会経済的動態の中で工夫しながら水資源と土地を利用してきたのかを明らかにする。

●B-2班（産業）

役割：ステークホルダーと密に連携しながら共有資源の利用状況と排せつ物量を詳細に把握し、A：水循環班やC：経済効果班のインプットデータとなる。さらに、窒素負荷削減対策に向けた課題を抽出することは本プロジェクトにおいて重要な役割を担う。

概要：共有資源である水資源や水産資源（観光資源）を利用している農業・畜産業、水産業や観光業に従事しているステークホルダーを分析し、それぞれの共有資源の利用量や窒素負荷となる排せつ物の排出量を把握するとともに、負荷削減に向けたそれぞれのステークホルダーの課題を抽出する。さらに、抽出した課題を基に、それぞれのステークホルダーが実施可能な窒素負荷源対策を検討する。

●C班（経済効果）

役割：豊かな水資源の保全と水循環の健全化に向けた窒素負荷低減対策などの取り組みの経済学的評価を実施し、それぞれのステークホルダーが実施する窒素負荷削減対策の経済効果を数値化する。

概要：豊かな水資源の保全と水循環の健全化に向けた窒素負荷低減策などの取り組み

の経済学的評価を実施する。また、水循環と密接に関わるサンゴ礁生態系サービスも経済学的評価を試みる。

●D班（対話・協働）

役割：A班による正確な科学情報に基づく合理的意思決定を行う対話と協働の場を創出すると共に、他地域への横展開を見据え、亜熱帯島嶼における持続可能な水資源利用に向けた流域ガバナンスの構築プロセスを分析する。

概要：多様なステークホルダーが参画する流域水循環協議会を設置・運用すると共に、多世代の人々と協働したアクションリサーチを考案・実施し、科学情報とアクションリサーチを利用した流域ガバナンスの構築プロセスを解析する。

5. 研究開発実施者

コミュニケーショングループ

氏名	フリガナ	所属機関	所属部署	役職 (身分)
安元 純	ヤスモト ジュン	琉球大学	農学部	助教
金城 進	キンジョウ ススム	八重瀬町	経済建設部	部長
島添 和博	シマゾエ カズヒロ	八重瀬町	土木建設課	課長補佐兼 係長
野原 一夫	ノハラ カズオ	八重瀬町	土木建設課	課長
新城 竜一	シンジョウ リュウ イチ	琉球大学	理学部	教授
高橋 そよ	タカハシ ソヨ	琉球大学	人文社会学部	准教授
土岐 知弘	トキ トモヒロ	琉球大学	理学部	准教授
Bam H. N. Razafindrabe	バム ラザフィンド ラベ	琉球大学	農学部	准教授
久保 慶明	クボ ヨシアキ	琉球大学	人文社会学部	准教授
羽賀 史浩	ハガ フミヒロ	琉球大学	研究企画室	上席URA
押海 圭一	オシウミ ケイイチ	琉球大学	研究企画室	主任URA

澤田 和子	サワダ カズコ	琉球大学	戦略的研究プロジェクトセンター	博士研究員
安元 悠子	ヤスモト ユウコ	琉球大学	戦略的研究プロジェクトセンター	技術補佐員

A班（水循環）

氏名	フリガナ	所属機関	所属部署	役職 (身分)
安元 純	ヤスモト ジュン	琉球大学	農学部	助教
金城 進	キンジョウ ススム	八重瀬町	経済建設部	部長
新城 竜一	シンジョウ リュウイチ	琉球大学	理学部	教授
土岐 知弘	トキ トモヒロ	琉球大学	理学部	准教授
中屋 眞司	ナカヤ シンジ	信州大学	工学部	教授
利部 慎	カガブ マコト	長崎大学	環境科学部	助教
細野 高啓	ホソノ タカヒロ	熊本大学	大学院先端科学研究部	准教授
安元 剛	ヤスモト コウ	北里大学	海洋生命科学部	講師
井口 亮	イグチ リョウ	産業技術総合研究所		主任研究員
水澤 奈々美	ミズサワ ナナミ	北里大学	海洋生命科学部	特任助教
澤田 和子	サワダ カズコ	琉球大学	戦略的研究プロジェクトセンター	博士研究員
中川 啓	ナカガワ ケイ	長崎大学	環境科学部	教授
Bam H.N. Razafindrabe	バム ラザフィンドラベ	琉球大学	農学部	准教授
田原 康博	タワラ ヤスヒロ	(株)地圏環境テクノロジー		代表取締役社長

B班（利用・産業）

氏名	フリガナ	所属機関	所属部署	役職 (身分)
高橋 そよ	タカハシ ソヨ	琉球大学	人文社会学部	准教授
Bam H. N. Razafindrabe	バム ラザフィンド ラベ	琉球大学	農学部	准教授
渡久地 健	トグチ ケン	サンゴ舎スコ ーレ		講師
中本 敦	ナカモト アツシ	岡山理科大学	理学部	講師
安元 純	ヤスモト ジュン	琉球大学	農学部	助教
金城 和俊	キンジョウ カズト シ	琉球大学	農学部	准教授
澤田 和子	サワダ カズコ	琉球大学	戦略的研究プロジ ェクトセンター	博士研究員
相澤 正隆	アイザワ マサタカ	琉球大学大学 院	理工学研究科	博士後期課 程
宋 科翰	ソウ ケハン	琉球大学大学 院	理工学研究科	博士後期課 程
安溪 遊地	アンケイ ユウジ	山口県立大学		名誉教授
安溪 貴子	アンケイ タカコ	山口大学		非常勤講師
当山 昌直	トウヤマ マサナオ	沖縄大学		特別研究員
盛口 満	モリグチ ミツル	沖縄大学	人文学部	教授

C班（経済効果）

氏名	フリガナ	所属機関	所属部署	役職 (身分)
安元 純	ヤスモト ジュン	琉球大学	農学部	助教
嘉田 良平	カダ リョウヘイ	四條畷学園大 学	リハビリテー ション学部	教授
渡久地 朝央	トグチ トモチカ	沖縄国際大学	経済学部	講師

D班（対話・協働）

氏名	フリガナ	所属機関	所属部署	役職 (身分)
久保 慶明	クボ ヨシアキ	琉球大学	人文社会学部	准教授
千葉 知世	チバ トモヨ	大阪府立大学	人間社会システム科学研究科	准教授
大野 智彦	オオノ トモヒコ	金沢大学	人間社会研究域	准教授

八重瀬町SOLVE for SDGs連絡会

氏名	フリガナ	所属機関	所属部署	役職 (身分)
金城 進	キンジョウ ススム	八重瀬町	経済建設部	部長
野原 一夫	ノハラ カズオ	八重瀬町	土木建設課	課長
伊野 博一	イノ ヒロカズ	八重瀬町	農林水産課	課長補佐兼 係長
島添 和博	シマゾエ カズヒロ	八重瀬町	土木建設課	課長補佐兼 係長
金城 明彦	キンジョウ アキヒコ	八重瀬町	農林水産課	主事
松村 賢司	マツムラ ケンジ	八重瀬町	企画調整課	係長
神谷 彰来	カミヤ ショウライ	八重瀬町	農林水産課	主事
神谷 一成	カミヤ カズナリ	八重瀬町	農林水産課	主事
下門 申吾	シモカド シンゴ	八重瀬町	住民環境課	主査

6. 研究開発成果の発表・発信状況、アウトリーチ活動など

6-1. シンポジウム等

なし

6-2. 社会に向けた情報発信状況、アウトリーチ活動など

- (1) 書籍、フリーペーパー、DVD
・高橋そよ：2021「与論島のお魚図鑑」『与論島・エコガイドブック』（印刷中）。
- (2) ウェブメディアの開設・運営、
なし
- (3) 学会（7-4.参照）以外のシンポジウム等への招聘講演実施等
なし

6-3. 論文発表

- (1) 査読付き（ 0 件）
 - 国内誌（ 0 件）
 - 国際誌（ 0 件）
- (2) 査読なし（ 0 件）

6-4. 口頭発表（国際学会発表及び主要な国内学会発表）

- (1) 招待講演（国内会議 3 件、国際会議 0 件）

高橋そよ

「地域の”じんぶん”力がひらく学術のかたちー琉球大学水循環プロジェクトチームによる社会課題解決型研究への道のり」第6回人文・社会科学系研究推進フォーラム
「人社主導の学際研究プロジェクト創出を目指して～未来社会を拓く人文学・社会科学の現在と展望」,主催 北海道大学 大学力強化推進本部, 2020年10月3日

安元純

「亜熱帯島嶼の持続可能な水資源利用に向けた流域ガバナンスーSDGsの達成に向けてー」令和2年度アグリ技術シーズセミナーin沖縄「沖縄の技術シーズを活かした地域産業活性化」主催 農林水産省 農林水産技術会議事務局研究推進課産学連携室, 2020年12月15日.

安元純

「JST SOLVE for SDGsプロジェクト」琉大SDGsシンポジウム2020「研究から広がるSDGs」,主催 琉球大学SDGs推進室, 2021年3月19日.

(2) 口頭発表 (国内会議 2 件、国際会議 0 件)

・高橋そよ

「COVID-19 notes from Islands～新たな“調査地被害”をうまないために～」学術野営2020 in奥州市関連イベント「新型コロナウイルスの感染が懸念される状況下での歴史・文化資料調査のためのガイドラインを考える」, 2020年8月27日

高橋そよ・池田香菜・菊凜太郎・南勇輔・後藤真

「コロナアーカイブの資料学的検討と地域展開 ―アクションリサーチ編―」国立歴史民俗博物館「総合資料学の創成」全体集会, 2021年3月7日.

(3) ポスター発表 (国内会議 0 件、国際会議 0 件)

なし

6-5. 新聞報道・投稿、受賞等

(1) 新聞報道 (1 件)

・みずのわクラブの活動が紹介された 2021年4月5日琉球新報

(2) 受賞 (0 件)

(3) その他 (2 件)

・東洋経済ACADEMIC, 「未来を創る大学の実践, 研究Picup」『SDGsに取り組む大学特集: ポスト2030に向けた知と実践』Vol2. 2020年7月発行.

・琉球大学広報誌「SDGs研究事例」, 『News Letter』Vol.27, 2020年8月号

6-6. 知財出願

(1) 国内出願 (0 件)

(2) 海外出願 (0 件)