

戦略的創造研究推進事業  
(社会技術研究開発)  
令和3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 盛勝  
(八重瀬町役場 経済建設部 土木建築課 課長)

## 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 .....	5
2 - 3. 会議等の活動 .....	30
3. 研究開発成果の活用・展開に向けた状況 .....	31
4. 研究開発実施体制 .....	32
5. 研究開発実施者 .....	38
6. 研究開発成果の発表・発信状況、アウトリーチ活動など .....	42
6 - 1. シンポジウム等 .....	42
6 - 2. 社会に向けた情報発信状況、アウトリーチ活動など .....	42
6 - 3. 論文発表 .....	42
6 - 4. 口頭発表（国際学会発表及び主要な国内学会発表） .....	42
6 - 5. 新聞報道・投稿、受賞等 .....	44
6 - 6. 知財出願 .....	44
(1) 国内出願（0件） .....	44

## 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）をあわせた、自然豊かで清らかな美しいまち（自然共生の清らまち）の姿である。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盛勝（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、畜産業従事者、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。
- ④PDCA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。

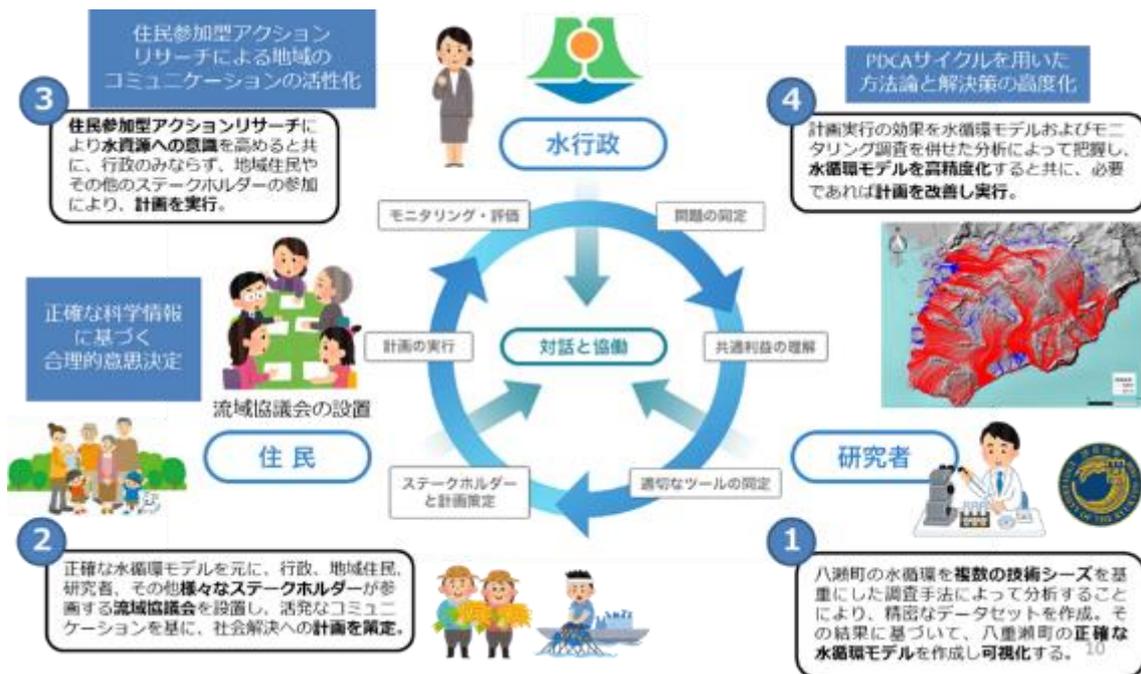
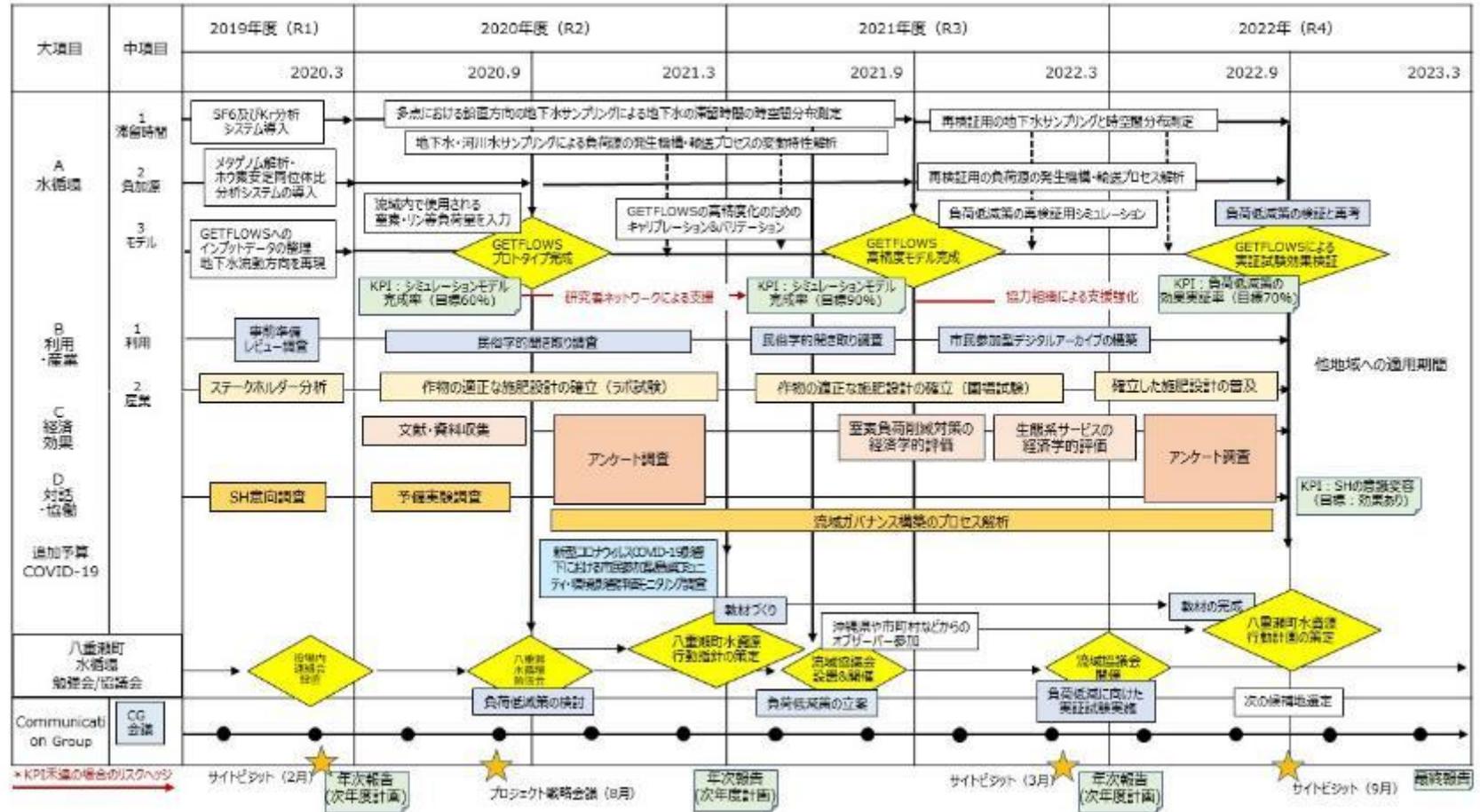


図-1 本プロジェクトにおける社会課題の解決手法

## 2 - 2 . 実施内容・結果

### (1) スケジュール



## (2) 各実施内容

### 全体

本プロジェクトの各班のR3年度の実施項目のうち、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の高精度化、B2班による現地圃場栽培試験などは遅れがみられたものの、ほぼ計画通り実施することができた。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、サマースクール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。アクションリサーチとしての活動に焦点を当てると、現地圃場栽培試験では、仲座地区の圃場を利用して地元の農家さんと共同して、化学肥料減肥の効果を科学的に検証する共同研究を実施した。また、向陽高校SSHと連携した湧き水や河川などの水環境に関する共同研究を実施し、その成果を日本地下水学会秋季講演会沖縄大会のシンポジウムにて発表した。

今年度の新たな取り組みとして、「みずのわかレッジ」と「地域円卓会議」が挙げられる。みずのわかレッジでは、SDGsや社会課題に関心を持ち、その解決に向けて、自ら一歩踏み出したいと考えている沖縄県内の大学生を対象に、セミナー受講とフィールドワーク、そして地域イベントの企画・運営がセットとなった対話型教育プログラム「みずのわかレッジ」を立ち上げた。活動目的は環境に配慮した小規模農家の支援として、八重瀬町で安心安全な農産物の生産・流通・消費に取り組む「カラベジファーマー」と共に、「カラベジ春の旬菜まつり」イベントを企画から運営、開催までを協働で実施した。今年度は新型コロナの第5波の影響をうけ限定的な活動となったが、次年度も継続して取り組む予定である。また、2022年3月8日には八重瀬町の「水資源の活用のあり方に関する地域円卓会議」を実施した。本プロジェクトの第1弾となる地域円卓会議のテーマは「地下水の恩恵を受けてきた具志頭地域、その資源の価値を再評価し、現代における活用についてみんなで学ぶ」とした。今回の目的は、八重瀬町の歩んできた歴史の中で、水資源と暮らしにまつわる事実やエピソードを確認しながら、八重瀬町の水資源の現状の課題を共有し、住民とともに今後の資源活用の方向性を見出すためである。ここでは、現在、作成中のプロジェクションマッピング（P+MM八重瀬町水循環ヴァージョン）を利用して、P+MMの研究成果の伝達機能（知の橋渡し）を確認した。

### A班：水循環

八重瀬町を中心とした沖縄島南部地域、与論島、および多良間島について地下水調査を行った。同時に肥料や堆肥など、地下水の窒素負荷源と考えられる化学肥料や堆肥、周辺土壌のサンプリングも行った。沖縄島南部地域では、2020年8月に開始した月に1回の定期地下水調査と河川調査を今年度も継続した。地下水調査に関して、2021年9月から観測地点数を7地点から4点に絞り、月一回の頻度で定期調査を継続している。また、2020年11月から実施している南部地域の3つ河川（報得川、雄樋川、白水川）を対象とした河川流量観測及び水質モニタリングを今年度も継続した。上述した現地調査で得られた観測値は3次元統合的水循環シミュレーションモデル（GETFLOWS）のキャリブレーションに利用した。GETFLOWSは八重瀬町全域水循環の再現を目的とした広域モデルと、慶座地下ダム流域の窒素等の物質循環の再現を目的とした詳細モデルの構築及び高精度化を進めている。与論島においても月1回の地下水調査を継続した。

**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：**2020年度に実施した地下水の年代測定の結果を分析及び解析すると共に、六フッ化硫黄（SF<sub>6</sub>）及びクロロフルオロカーボン（CFCs）の分析装置を琉球大学農学部構築した。

**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**

**実施内容：**八重瀬町を中心とした沖縄島南部地域、与論島、および多良間島について地下水の調査を行った。特に沖縄島南部地域、与論島では月1回の定期モニタリングを行った。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。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元素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負荷源への寄与率の推定を行った。

本研究開発では、農業環境における汚染源を示すトレーサーとして、ホウ素（B）濃度とB同位体組成の利用を検証している。堆肥や化学肥料には多量のBが含まれており、降雨によって溶出し、土壤中を移動して地下水を汚染する。本研究では、Bの特性を利用して、沖縄本島南部、多良間島、与論島における汚染過程を明らかにした。また、混合曲線のエンドメンバーとして、宜野湾市の降水量と地域の肥料を採取した。これらの結果は、地下水のB濃度とその同位体組成が、琉球石灰岩地域における汚染プロセスのトレーサーとして有用であることを示している。くわえて、硝酸性窒素中の窒素と酸素の同位体比や次世代シーケンサーを用いてメタゲノム解析を実施し、微生物叢と環境因子との関係について考察した。

**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、沖縄本島南部の地下水や河川水のサンプリング、および多良間島の地下水・海岸湧水、底質のサンプリングを実施し、メタショットガン解析による地下水汚染物質の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：**GETFLOWSに関しては、河川調査や地下水調査の結果をキャリブレーションデータに利用し、八重瀬町全域の水循環の再現を目的とした広域モデルの高精度化と、慶座地下ダム流域の窒素等の物質循環の再現を目的とした詳細モデルの構築を進めている。その成果を、プロジェクションマッピング（P<sup>+</sup>MM八重瀬町水循環ヴァージョン）を利用して、P<sup>+</sup>MMによる研究成果の伝達機能（知の橋渡し）を作成した。

## B-1：利用

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。今年度は次の1)～3)の項目を実施した。

- 1) 研究会を実施し、メンバー間の調査計画の進捗状況の確認と情報共有を行った。研究会には、アクションリサーチの地域カウンターパートとなる教育関係者や農家、観光協会関係者を招聘した。
- 2) 文献調査：引き続き、八重瀬町(旧東風平、具志頭)を中心に、戦後沖縄における水資源の利用と管理に関する統計や町・村誌等のレビューを行い、土地利用や産業、水へのアクセスの社会経済的な変遷を概観するとともに、特に字具志頭において、田んぼがあった頃の景観や生き物、水や土地利用の変化について聞き取り調査を行った。
- 3) コロナ禍におけるアクションリサーチの設計と実施：R3度もカラベジファーマーズと引き続き対話を行い、1) 小規模農家の組合制度の検討、2) ローカル認証、3) 都市住民参加型地域経済に関する勉強会を行った。
- 4) みずのわかレッジの立ち上げ：SDGsや社会課題に関心を持つ大学生を対象に、セミナー受講とフィールドワーク、そして地域イベントの企画・運営がセットとなった対話型教育プログラム「みずのわかレッジ」を立ち上げた。

## B-2：産業班 汚染物質の負荷軽減対策の立案(実証試験)

今年度の到達点(目標) 減窒素肥料の実証試験を行い、負荷軽減対策を立案

実施項目：屋外実証試験

実施内容：試験は沖縄県の栽培指針で示されている施肥量(慣行区)、昨年度の成果の施肥量(25%減窒素区)および農家の実際の施肥量(農家施肥区)で、キャベツ、レタス、ホウレンソウおよびたまねぎを栽培して、収量およびSPADを測定した。



## C班：経済効果

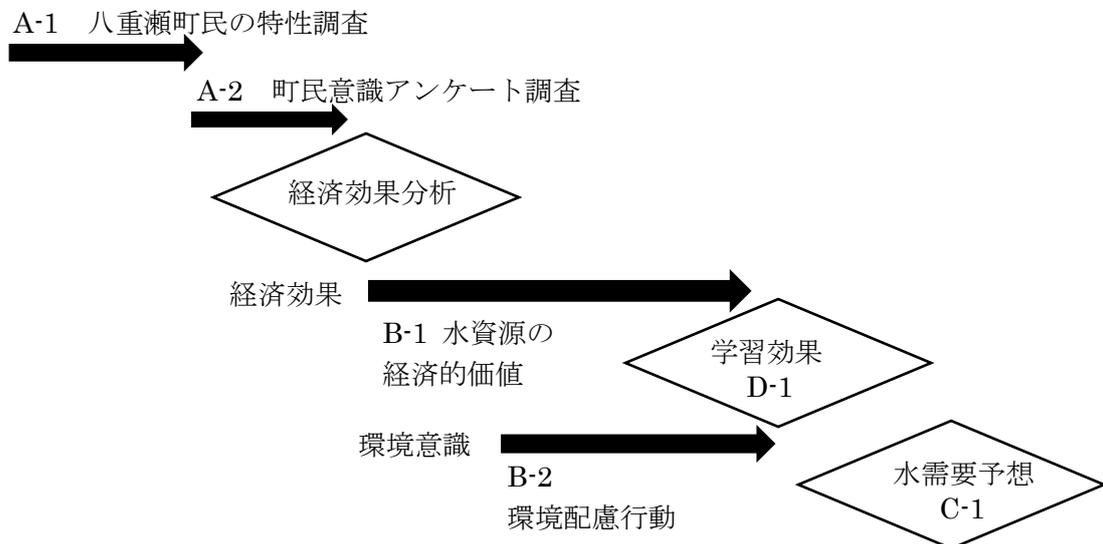
今年度の到達点（目標）水資源保全と水循環健全化に向けた取り組みの経済学的評価

実施項目：前年度実施－経済効果（B-1）、環境意識（B-2）

実施内容：昨年度におこなった八重瀬町民の特性調査（A-1）及びアンケート調査（A-2）を分析した。具体的には、適切なサービスを実現するため、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思額を計測した。

実施項目：環境配慮行動（B-2）、学習効果（D-1）

実施内容：前年度実施項目を進め、八重瀬町の水資源の経済的価値（B-1）の学習効果（D-1）を明らかにした。次に環境意識（B-1）と環境配慮行動（B-2）の関係性を行動経済学に基づく時間割引率を利用して、その関係性を明らかにした。



## 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の把握（D-1）

流域ガバナンス構築のプロセス分析（D-2）

実施内容：1）住民意識調査を解析して、報告書を作成した（D-1）。  
2）住民意識調査の結果を用いたワークショップを実施し、参加者からフィードバックを収集することを予定していたが（D-1、D-2）、COVID-19の流行に伴い次年度に延期となった。  
3）国際コモンズ学会カンファレンス（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、流域ガバナンス構築の解析モデルを修正した（D-2）。  
4）先行事例をもとに汚染物質の負荷軽減策を整理し、八重瀬町の文脈に即した軽減策をメニュー化することを予定していたが（D-2）、ステークホルダー間の連携を強化することを優先し、「コミュニティ・オーガナイズング」をテーマとしたワークショップを開催した。

### (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：

2022年3月8日に八重瀬町の「水資源の活用のあり方に関する地域円卓会議」を実施した。本プロジェクトの第1弾となる地域円卓会議のテーマは「地下水の恩恵を受けてきた具志頭地域、その資源の価値を再評価し、現代における活用についてみんなで学ぶ」とした。今回の目的は、八重瀬町の歩んできた歴史の中で、水資源と暮らしにまつわる事実やエピソードを確認しながら、八重瀬町の水資源の現状の課題を共有し、住民とともに今後の資源活用の方向性を見出すことを目的とした。

着席者は、以下の通り。

- ・\*島添和博氏/八重瀬町土木建設課（八重瀬町総合計画の説明と論点提供）
- ・\*安元純氏/琉球大学 農学部（八重瀬町の地下水の科学的データの説明と論点提供）
- ・久保正雄氏/具志頭区長（昔の湧き水の利用方法など）
- ・屋宜芳文氏/屋宜農園代表（今や昔の湧き水や地下水の利用方法など）
- ・ぐしともこ氏/湧き水ファンクラブ（沖縄の湧き水の魅力と文化的価値）
- ・\*伊野博一氏/八重瀬町農林水産課（農業への地下水利用）
- ・\*兼城純氏/南部水道企業団 管理課（飲料水としての地下水利用）

\* 地下水審議会委員

主 催 八重瀬町・琉球大学 JST SOLVE for SDGsプロジェクト

協 力 公益財団法人みらいファンド沖縄 NPO法人まちなか研究所わくわく



写真 地域円卓会議の様子

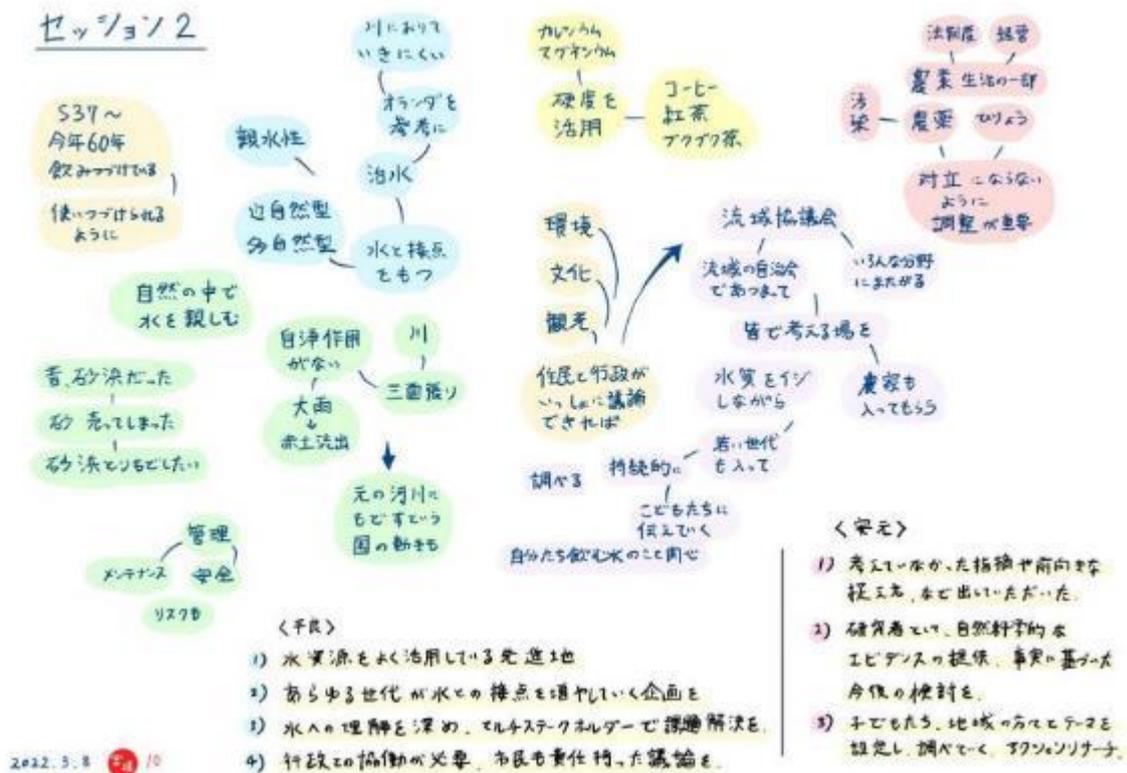


図2 地域円卓会議まとめ

八重瀬町水資源のあり方に関する地域円卓会議最後にまとめとして、以下の点があがった。

- 八重瀬町は水資源を有効に活用している先進地である。
- あらゆる世代が水との接点を増やしていく企画が必要である。
- 水への理解を深め、マルチステークホルダーで課題解決をおこなっていくことが重要である。
- 行政と連携し、住民も責任を持つことのできる議論の場が必要である。
- 地元の研究者は、自然科学的なエビデンスの提供、子どもたち、地域の方々と一緒にテーマを設定し調べていくアクションリサーチの提案をしていく。

●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：

○コミュニケーションツールの作成

本プロジェクトの趣旨を分かりやすく地域住民に伝えるためのコミュニケーションツールとして、3種のA0版ポスターを作成した。



○アクションリサーチ 水の環×向陽高校SSH



沖縄県立向陽高校SSHの生徒が現地調査に参加  
南部水道企業団 地下ダム摩文仁浄水場



糸満市米須海岸湧水、南城市垣花樋川湧水、宜野座村漢那海岸湧水、石垣島オモト岳周辺河川水、八重瀬町雄樋川河川水、他沖縄島南部河川水数地点から合計11サンプル採水。11月末に地球研を訪問し、溶存イオンや微量元素、酸素水素同位体比などを測定。

本プロジェクトと沖縄県立向陽高校SSHと共同研究として、主に沖縄島の南部地域に分布する湧水や河川を対象に共同研究を実施した。現地調査で採水した試料は、向陽高校で分析できない項目、琉球大学農学部や総合地球環境学研究所で水質分析を実施した。得られた研究成果は、向陽高校生が2021年日本地下水学会秋季講演会沖縄大会シンポジウム「南の島の水循環：陸と海のリンケージ」で発表し、高い評価を得た。

2021年秋季講演会沖縄大会 シンポジウム (終了しました!)

日時：2021年12月3日(金) 14:00 - 16:00

会場：沖縄産業支援センター (秋季講演会会場)

「南の島の水循環：陸と海のリンケージ」

14:00 開会挨拶：学会長

14:05 趣旨説明：安元 純 助教 (琉球大学農学部)

14:10 基調講演「南の島の水循環・陸と海のリンケージ」

👉 新城 一 教授 (琉球大学農学部/総合地球環境学研究所) オンライン参加

【質疑応答】(14:30 - 15:30, 各20分)

1. 沖縄の湧き水に関する「人と水」の関係  
湧き水fundamentals ぐしとちこ 氏
2. 亜熱帯島の地下水保全に向けた山国南諸島による資源循環システムの構築  
国際森林水産物研究センター 安藤俊彦 氏 (オンライン参加)
3. 沖縄の湧き水に関する最新研究  
向陽高校スーパーサイエンスハイスクール
4. サンゴと栄養塩  
産業技術総合研究所 学部研究員 飯島真実子 氏

総会閉会 (20分)



写真 日本地下水学会秋季講演会シンポジウムの様子@那覇市産業支援センター

○市民参加型島嶼コミュニティ・環境評価モニタリング（与論町）

実施内容：本プロジェクトの横展開を検討するための地域として選定した鹿児島県与論町では、「NPO法人海の再生ネットワークよろん」の協力により、①「みずのわクラブ」（計6回開催）と、②水環境の定期モニタリングをおこなった。

①「みずのわクラブ」

	内容	対象団体	参加人数
9月12日	星砂観察会（屋内）	森と海の合唱団	9名
11月7日	赤崎海岸探検（屋外）	森と海の合唱団	16名
1月15日	星砂観察会（屋外と屋内）	那間小2年生	11名
1月18日	星砂観察会（屋外）	与論小4年生	19名
1月19日	星砂観察会（屋外）	茶花小4年生	29名
1月25日	星砂観察会（屋内）	茶花小4年生	26名



赤崎海岸の歩き方説明



同じもの探しゲーム



軽石の溜まった潮だまり



集合写真

②水環境の定期モニタリング

与論町役場水道課が管理している地下水水源地においてサンプリングをおこなった。採水地点名は、古里第1水源地、古里第2水源地、古里第3水源地、古里第4水源地、古里第6水源地、麦屋第1水源地、麦屋第2水源地の計7地点において採水を行った。

調査期間：令和3年4月～令和4年3月

調査項目：1）主要イオン、2）TM,TP,DOC（溶存勇氣炭素）、3）微量元素、4）ホウ素同位体比、5）窒素・酸素同位体比

## 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2020年12月4, 5日に行った。SF<sub>6</sub>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<sup>3</sup>H-<sup>3</sup>He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（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。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。

#### ○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。

#### ○地下水のホウ素同位体分析

昨年度に引き続き、沖縄本島南部の7地点、および与論島の7地点で、定期サンプリングを行った。さらに2021年7月には、多良間島において淡水レンズの観測井戸を利用した調査も実施した。これらの地下水のホウ素濃度とホウ素同位体比の測定を行った。昨年度開発した地下水からのホウ素の効率的な分離技術を利用した。沖縄本島南部の地下水のホウ素濃度は約20~170 ppb、ホウ素同位体比  $\delta^{11}\text{B}$  は20~36‰の範囲にあった。顕著な季節変化は認められなかった。与論島の地下水のホウ素濃度は約20ppb、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。多良間島では、観測井戸の深所から採取したサンプルはホウ素濃度が3.4ppmに達する高濃度のもので海水（4.5ppm）に近い値を有している。おそらく100ppb以上のホウ素濃度をもつサンプルは淡水レンズの下部を占める海水との境界層付近のサンプルである。これらのサンプルのホウ素同位体比は海水の値（40‰）に近い。最もホウ素濃度の低いサンプル

（B=24ppb）の同位体比は36‰である。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。

2021年度は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。堆肥と化学肥料の平均値を用いて、汚染の定量的な評価を行った。地下水の汚染の程度は、沖縄島南部に比べて与論島と多良間島で低いと判断される。沖縄本島南部では1%以下と見積もられた。

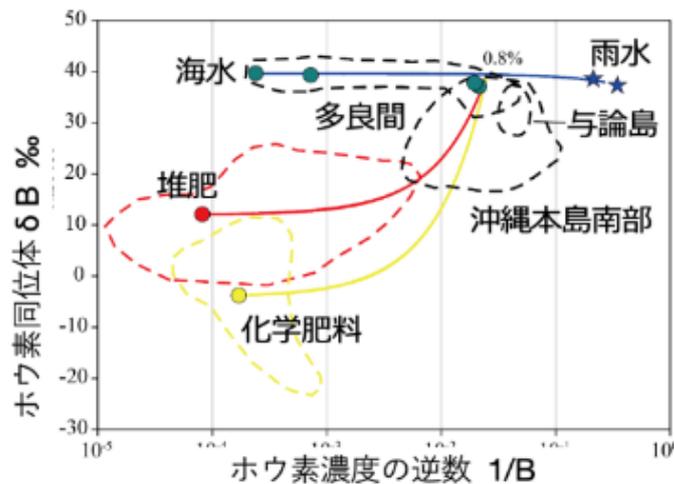


図3 沖縄本島南部、与論島、多良間島の地下水のホウ素濃度とホウ素同位体組成。汚染源と考えられる堆肥や化学肥料の範囲と平均値も示した。

#### ○沖縄本島南部の地下水の高い硫酸イオン濃度の原因究明

沖縄本島南部地域の地下水は、他の同様な琉球石灰岩地帯（宮古島など）の地下水に比べて硫酸イオン濃度が約2倍も高い傾向が認められた（平均値は $\text{SO}_4^{2-} = 80 \text{ mg/L}$ ）。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、もう一つは沖縄本島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。泥岩には多数の凝灰岩層が挟まれており、泥岩と凝灰岩の両方に黄鉄鉱

( $\text{FeS}_2$ ) が含まれている。これらの黄鉄鉱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月に泥岩と凝灰岩をサンプリングした。2021年度は、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した。硫黄同位体の結果は、泥岩が主に負の値 ( $-28\text{‰} \sim +12\text{‰}$ )、凝灰岩が主に正の値 ( $-1\text{‰} \sim +26\text{‰}$ ) を示した。一方、沖縄本島南部の地下水中の硫酸イオンの硫黄同位体比は、正と負の値をもつ2種類の物質が関与した可能性を示唆している。したがって、地下水の硫酸イオンのソースとして、凝灰岩と泥岩の両方が関与していると考えられる。今後、定量的な解析を行う予定。



図4 八重瀬町役場裏の崖にみられる島尻層群（泥岩）。客土に使われているもの。挟まれている茶色い層が凝灰岩層。泥岩と凝灰岩の両方を分析した。

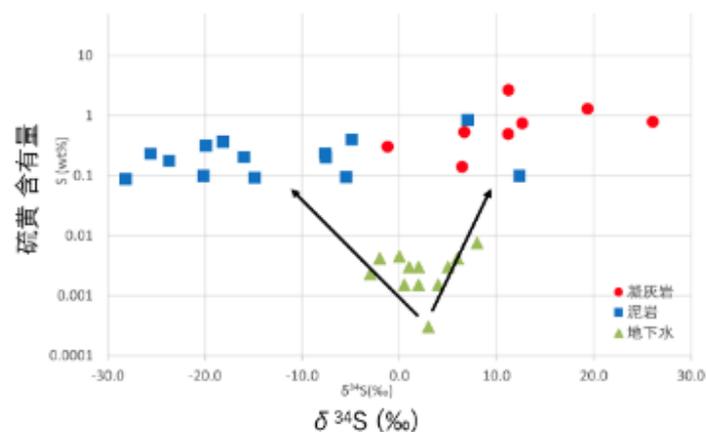


図5 島尻層群の泥岩と凝灰岩、および地下水の硫黄含有量と硫黄同位体比。

実施項目A)-2-1：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： 地下水、河川水、湧水は1 Lをステリベクスフィルターにてろ過を行った後、RNA laterを注入後、DNA抽出までフィルターを凍結保存した。その後、RNA laterを吸引後、DNeasy Blood and tissue kitを用いてフィルターからプロットコールに従い、DNAの抽出を行った。抽出したDNAを、V4-V5領域を増幅させライブラリの作製を行った後、次世代シーケンス(Miseq)に供した。家畜排泄物の野積み、畑の土、堆肥、(沿岸底質)は一部のサンプルは滅菌水で懸濁した後、100 μmフィルター、ステリベクスフィルターの順にろ過を行った。こちらも、同様にDNA抽出まで冷凍保存した。その後、DNeasy Power water for Sterivex kitを用いてフィルターからプロットコールに従い、DNAの抽出を行った。また、その他の土サンプルはサンプル0.5 mgから直接、DNeasy Power Soil kitを用いてDNA抽出を行った。その後は同様の手順で次世代シーケンサーに供した。次世代シーケンスによって得られたデータは、SILVAngsにて菌叢解析を行い、統計解析はR、STAMPソフトウェアを用いて行った。

分析の結果、沖縄南部地域の細菌叢は、地下水、野積み、河川水・湧水、慶座地下水および土壌由来のサンプルが主に含まれる5つのクラスターに分類された(図6)。特に、地下水のクラスター(cluster1)と河川水・陸水由来の湧水のクラスター(cluster3)では*Enterobacter*、*Faecalibacterium*、*Odoribacter*、*Parabacteroides*などの人や家畜の腸内細菌として報告される細菌が、他のクラスターより高い頻度で認められた。

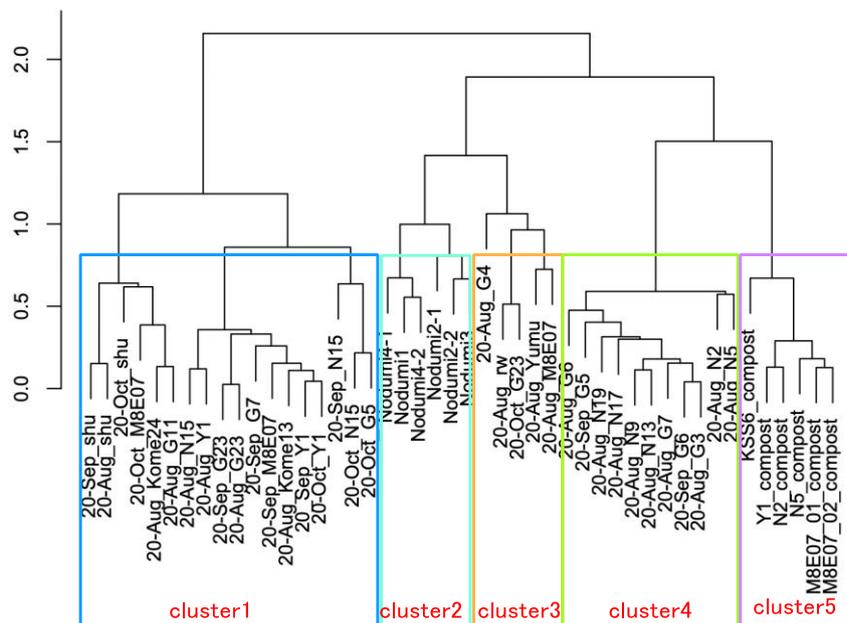


図6 沖縄南部地域の環境試料中の細菌叢のクラスター解析

クラスター解析結果をもとに、3つのグループに分け、ANOVA検定を行い、地下水で独立しているグループ1、畑の土や湧水、河川水と地下水の細菌が類似しているグループ2、野積みと畑の土に地下水の細菌が類似しているグループ3で、どの

ように同じ地下水でも菌叢が異なるのかを調べた。

グループ1(地下水のみ)は、淡水湖、貯水池に生息する *Limnohabitans*, 好気性で下水に生息する *Spaerotillus*, 好気性で水中や土壌中に生息する *Bdellovibrio* が優占化しており、こちらのグループは好气的で淡水性が強い傾向がみられた。種苗センターや浄水場を含むグループなので貯水が関係しているのではないかと考えられる。グループ2(地下水、湧水、河川水、野積み、畑の土)は、多様な環境に生息し、窒素固定能をもつ *Paenibacillus*, 肥料などに含まれる *Anoxybacillus*, 好塩菌で海などに生息する *Halomonas* などが優占化しており、こちらのグループは肥料や海水の影響を受けている可能性が示唆された。グループ3(地下水、野積み、畑の土)は、マンガンを酸化する能力をもつ *Pdeomicrobium*, ウラン・テクネチウムを還元する能力をもつ *Anaeromyxobacter*, 亜硝酸を酸化する能力をもつ *Nitrospira* が優占化しており、こちらのグループでは金属の影響を受けている可能性が示唆された。また、全体的に人間活動に由来する細菌も多くみられた。地下水、河川水、湧水に特に多くみられたのは、ヒトの腸内細菌である *Megamonas*, *Dorea*, *Enterobacter*, *Feacalibacterium* であった。また、畑の土・野積みも含めた全てのサンプルでも、ヒトの腸内細菌である *Dehalobacterium*, 家畜や野鳥の排泄物に含まれる *Coxiella* が多くの割合で存在していた。

以上のことから、地下水の細菌叢は野積みや、畑の土と類似することが示唆された。また、飲料水源として用いられ、さらに海域へも流入しているような地下水にヒトや家畜に由来する腸内細菌が存在していることが明らかとなった。

#### 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

成果：気象、地形、土地利用、地質等のモデルへ組み込む基本データや、河川流量、地下水位等の検証に用いることのできるフィールド情報に加え、地下水揚水や農地かんがいの水利用データを収集・整理し、それらを組み込んだ八重瀬町流域モデルを構築した。地下の地質構造については、既存の400本程度のボーリングデータに基づいてモデル化し、表土層、未固結堆積物、琉球石灰岩、基盤岩（島尻層群）に区分した。図7左図は、構築した3次元数値シミュレーションモデルに対して地質の違いを濃淡で示したものである（地表面直下に設定した表土層は非表示としている）。右図は表土層、未固結堆積物、琉球石灰岩を非表示として、地下水流動に大きく影響を与える基盤岩（島尻層群）形状を慶座ダム周辺において拡大表示したものである。検証データには全155地点の地下水位観測データと、2地点の連続流量観測データを用いた。なお、本モデルでは、八重瀬町流域の平均的な地下水の流動特性に着目し、時間変動を考慮しない一定の気象外力を与えた解析を実施した。現時点では、地下水取水や農地かんがいを考慮していない解析であるが、ダム建設後の地下水位データを見ると、水利用が開始された後も、地下水位に大きな変化はなく、水利用が地下水流動に対してそれほど大きな影響を与えていないと判断される。なお、解析には地圏流体シミュレータ GETFLOWS<sup>2)</sup>を用いた。

沖縄本島南部地域に位置する八重瀬町流域を対象フィールドとし、三次元水循環モデリングを適用することで、現地で観測された河川流量・地下水位データの再現し、当該地域の流動経路や水収支、滞留時間などの流動特性について分析を行った。

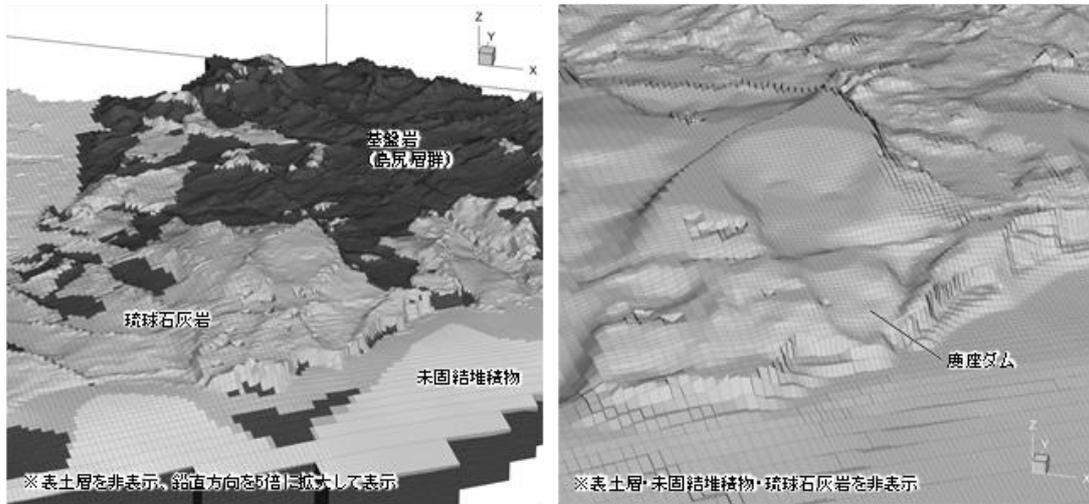


図7 三次元数値シミュレーションモデルの概要

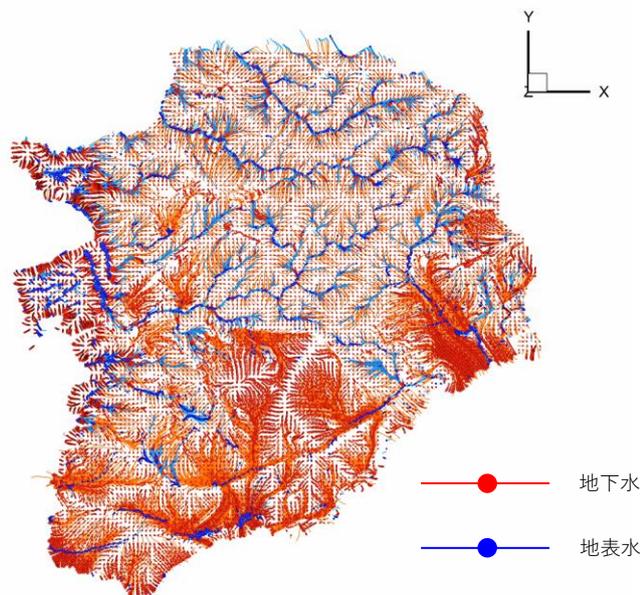


図8 三次元数値シミュレーションモデルによる地下水と地表水の流動状況

時間変動を考慮しない一定の気象外力を与えた解析から得られる三次元的な流速場を用いて、地表面直下に約100m間隔で粒子を配置し、粒子追跡解析によって描き出される三次元的な流動経路を水平面内に投影表示したものを図8示す。基盤岩である島尻層群が地表面上に露出した八重瀬町の北部流域では地表水の流れが卓越しているが、地下水の流れは少ない。一方、八重瀬町の南部流域では、地下水の流れが卓越しており地表水の流れは白水川や雄樋川に集まっている様子がわかる。

次に、図9に慶座ダム周辺における地表水・地下水の流動状況（左：モデルA，右：モデルB）を示す。白線が地上の水の流れを，黒線が地下水の流動を示している。モデルAの結果を見ると，慶座ダムの北側流域からの地下水流入が表現されており，慶

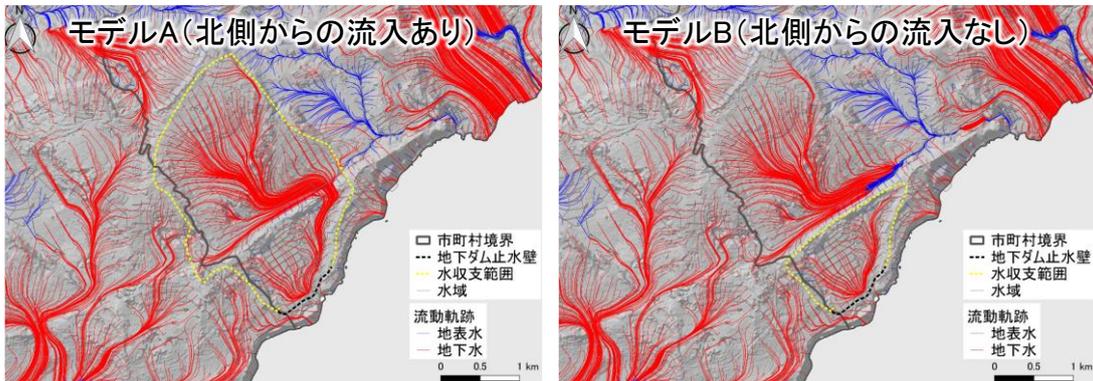


図9 慶座ダム周辺における地表水・地下水の流動状況（左：モデルA，右：モデルB）

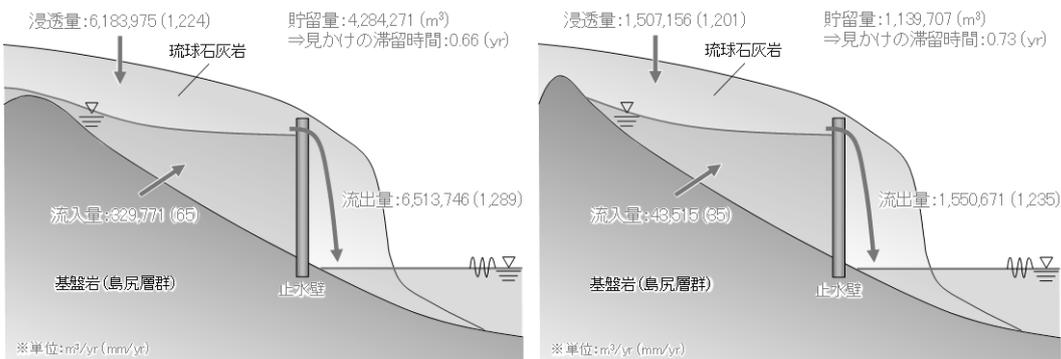


図10 慶座ダム集水域における水収支（左：モデルA，右：モデルB）

座ダムの集水域が北側流域を含んでいることが分かる。一方、モデルBでは白の破線で囲った範囲に集水域が限定され、北側流域では、断層によって生じた琉球石灰岩基底面標高のギャップによって南側に流動していた地下水が西側に向きを変え、そのまま流下し海に流出する様子が示されている。

次に、慶座ダム集水域（図9の白破線内）における水収支を集計した結果を図10に示す。モデルAの結果を見ると慶座ダム集水域では、地表面から年間約618万 $m^3$ 浸透し、地下水から約33万 $m^3$ 流入していることが示されている。現時点では水利用が考慮されていないが、実際には、農地かんがいによって浸透量が増加し、さらに地下水取水が加わり、その差分が海へ流出する収支構造になると推定される。慶座ダムの貯留量は、琉球石灰岩の有効間隙率を0.2とした場合に約428万 $m^3$ と試算され、上記の流入量で割った見かけの滞留時間は0.66年と非常に短い値を示した。モデルBでは、集水域が小さくなるため、モデルAと比較して浸透量や地下水流入量は小さくなるが、見かけの滞留時間は0.73年とほぼ同じ値を示した。なお、今後、気象条件や水利用条件の時間変動を与えた解析を実施し、河川流量や地下水位の時間変化データの再現や、年代データとの比較を通じて、帯水層内の貯留性（有効間隙率）を同定していき、より実態に近い滞留時間を求めていく予定である。

今後は、気象条件や水利用条件の時間変動を与えた解析や年代データとの比較を通じて、帯水層内の貯留性（有効間隙率）や地下構造を同定していく。さらに、畜産糞尿やさとうきび畑等への施肥による窒素負荷を考慮した物質輸送シミュレーションを

行い、実態把握や施策検討の基礎データとしていく予定である。

## B班（利用・産業）

実施項目：利用班（B1）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

成果：1）研究会の実施

今後も対面インタビューを難しいことが予想されるため、今年度は初めにメンバーと共にコロナ禍の聞き取り調査の手法について議論を行った。その結果、古写真や映像を用いた調査手法の検討から、来年度以降に実施する共通調査票のモデルを開発した。

### ● オンライン井戸端勉強会 「島のレシピ」

2021年6月20日（日）13:30-16:30

<話題提供>

- ・島のレシピの全体像の捉え方 ——アフリカの森の民の視点から（安溪貴子）
- ・地球研”100才ごはん、3才ごはん”から（寺田匡宏、熊澤輝一）
- ・自由ディスカッション

### ● オンライン秋のはじまり井戸端会議 ——地球研・人文知コミュニケーター 金セツピョルさんを囲んで

2021年 9月27日（月）13:00-14:30 映像という方法から考える：理論編

2021年 10月7日（木）10:00-12:00 映像という方法で記録する：実践編

2）文献調査

八重瀬町（旧東風平、具志頭）を中心に、琉球大学の学生と共に、戦後沖縄における水資源の利用と管理に関する統計や町・村誌等のレビューとインタビュー調査（農的フィールドワーク）を行った。その結果をもとに、湧き水データベースを作成した。来年度はこのデータベースをもとに地理情報と重ね、デジタル地図作成アプリのStrolyを使ってデジタルマップを構築する。

## 琉 大生による「やえせ農的フィールドワーク 2021」

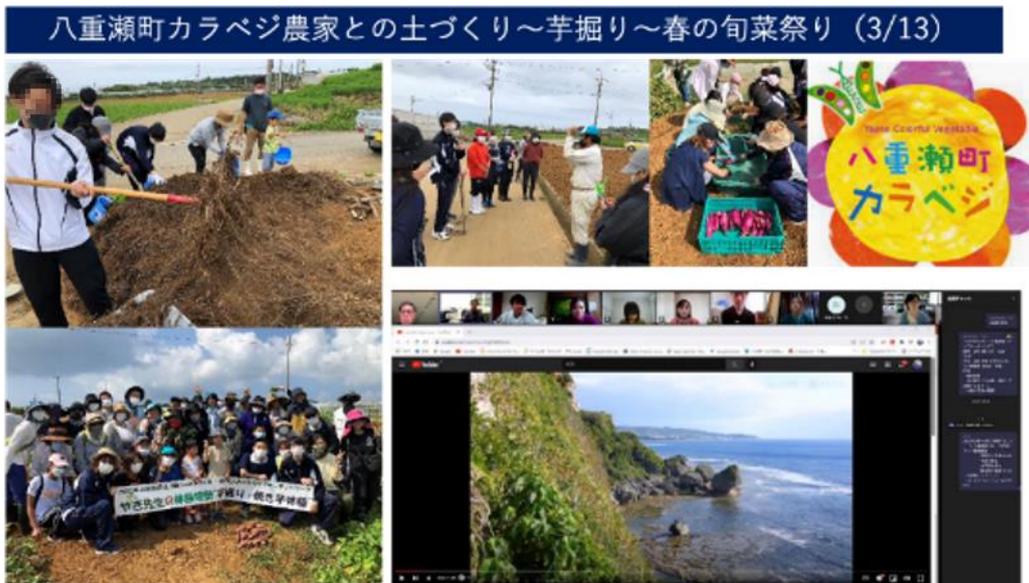
2021年5月から7月にかけて、琉球大学人文社会学部琉球アジア文化学科の学生が、「琉球民俗学」の授業の一環として、八重瀬町における農業と暮らしの変遷を学ぶフィールドワークを行いました。インタビューを行う際は、新型コロナウイルス感染拡大防止対策として、健康管理の徹底や、距離をとって野外で実施するなどの細心の注意を払いました。環境や地下水保全に配慮した土づくりに取り組む農家さんや、大切に野菜を育てる農家さんを支える小売店さん、八重瀬町で取れた野菜を使った家庭料理を教えてくださいましたお母さん方など、多くの方からお話を伺いました。現在、学生たちの多くは、オンライン授業が続く、他人と直接会って話をする機会が失われています。そんな彼ら・彼女たちにとって、八重瀬町での野菜づくりを通じた環境保全やコミュニティづくりに携わる方々との対話は、多くのことを学ぶ貴重な機会となりました。現在、協力いただいた皆さまだけではなく、広く調査結果を公開できるように報告の場を準備しているところです。

（文責 琉球大学人文社会学部 高橋そよ准教授）



SOLVEニュースレターより抜粋（2021年8月号）

- 3) コロナ禍におけるアクションリサーチの設計と実施：R3度もカラベジファーマーズと引き続き対話を行い、1) 小規模農家の組合制度の検討、2) ローカル認証、3) 都市住民参加型地域経済に関する勉強会を行った。これらの成果として、2022年3月には、COVID-19感染拡大に配慮しながら、「カラベジ春の旬菜祭り」を琉球大学の学生（みずのわかレッジ生）と協働企画した。当日は地域や都市住民など約50人が参加した。
- 4) みずのわかレッジの立ち上げ：SDGsや社会課題に関心を持つ大学生を対象に、セミナー受講とフィールドワーク、そして地域イベントの企画・運営がセットとなった対話型教育プログラム「みずのわかレッジ」を立ち上げた。その結果として、a.地域と大学生による協働プロジェクトの立ち上げの基盤づくり、b.地域資源を活かしたソーシャルプロダクトの検討、c.援農ネットワークの構築、d.大学生によるESD教育普及支援を行うことができた。
- B. 地域資源を活かしたソーシャルプロダクト開発として、来年度以降は農家や地域の保育園、商工会、観光協会、土木建設課との連携のもと、休耕地の土壌流出低減と搾油を目的に、ヒマワリを植栽することになった。



(写真) みずのわかレッジ事務局立ち上げ (2022年2月10日)



カラベジ農家さんとみずのわかレッジ生



旬菜祭りの準備 (畑の整地)

## B-2：産業班 汚染物質の負荷軽減対策の立案（実証試験）

今年度の到達点（目標）減窒素肥料の実証試験を行い、負荷軽減対策を立案

実施項目：屋外実証試験

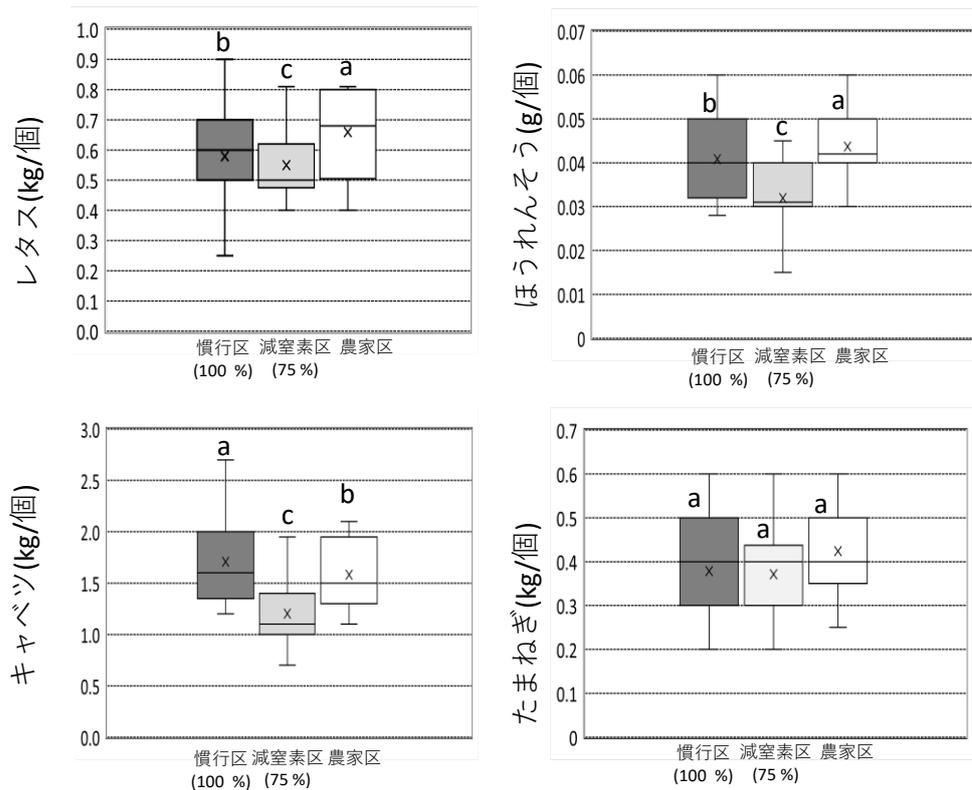
成果：〈施肥量〉 農家が通常栽培を行う場合、化学肥料を施肥する前に堆肥を施用しており、その施用量は沖縄県の指針よりも4.3倍量多かった。慣行区は生育不良に陥る可能性が高いということで、キャベツは1.4割減、レタスは2.2割減、たまねぎは1.3割減で施肥した。25%減窒素区でも同様の割合で施肥した。農家区では、レタス、キャベツ、ホウレンソウおよびたまねぎを栽培するための施肥量は栽培指針よりも2.5-4.8割減で栽培を行っていた（下表）。

表. 各処理区の施肥量

	慣行区(100%)	減窒素区(25%減)	農家区
キャベツ	栽培指針より1.4割減	減肥料区よりも1.4割減	栽培指針よりも4.8割減
レタス	栽培指針より2.2割減	減肥料区よりも2.2割減	栽培指針よりも3.1割減
ホウレンソウ	-	-	栽培指針よりも2.5割減
たまねぎ	栽培指針より1.3割減	減肥料区よりも1.3割減	栽培指針よりも4.2割減

〈収量およびSPAD(下図)〉

レタスの収量は農家区が最も高く、次いで慣行区、減窒素区で、SPADは有意差がなかった。キャベツの収量は慣行区で最も高く、次いで農家区、減窒素区で、SPADは有意差がなかった。ホウレンソウの収量は農家区が最も高く、次いで慣行区、減窒素区で、SPADは有意差がなかった。たまねぎの収量は有意差がなかった。レタス、ホウレンソウおよびキャベツは農家区の減肥料施肥を行った場合でも慣行区と同等、またはより多い収量だった。



農家区の減肥料でも十分に生育できた理由は堆肥施用が沖縄県の指針よりも4.3倍多かったためと考えられる。堆肥の効果がこれらの収量に反映したと考えられる。

#### C班：経済効果

実施項目：前年度実施－経済効果 (B-1)、環境意識 (B-2) の分析

成果：八重瀬町の水資源の経済的価値 (B-1) と環境意識 (B-2) の関係性を明らかにした。

実施項目：環境配慮行動 (B-2)、学習効果 (D-1)

成果：結果、環境意識を持って環境配慮行動を行っている町民ほど、水資源の経済的価値が高いことが分かった。

そして、八重瀬町の水資源である地下ダム流域の距離に係わらず、環境意識を持って環境配慮行動を行っている町民の共通点として時間感覚にゆとりがあることが明らかになった。



↑プロジェクトのニュースレター（2021年10月号、2021年12月号）で分析結果の概要を周知した。（ニュースレターの一部掲載）

**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の把握（D-1）

流域ガバナンス構築のプロセス分析（D-2）

実施内容：1）住民意識調査の解析から、次の点が明らかとなった。

まず、地下水管理計画への町民のかかわり方として（問14：複数回答）、約5割は八重瀬町役場が案を作って町民がその内容を確認した上で最終決定するという選択肢を選んだ。また、約4割は独立した第三者が進行役となって町民同士の話し合いで決めるという選択肢を選んだ。

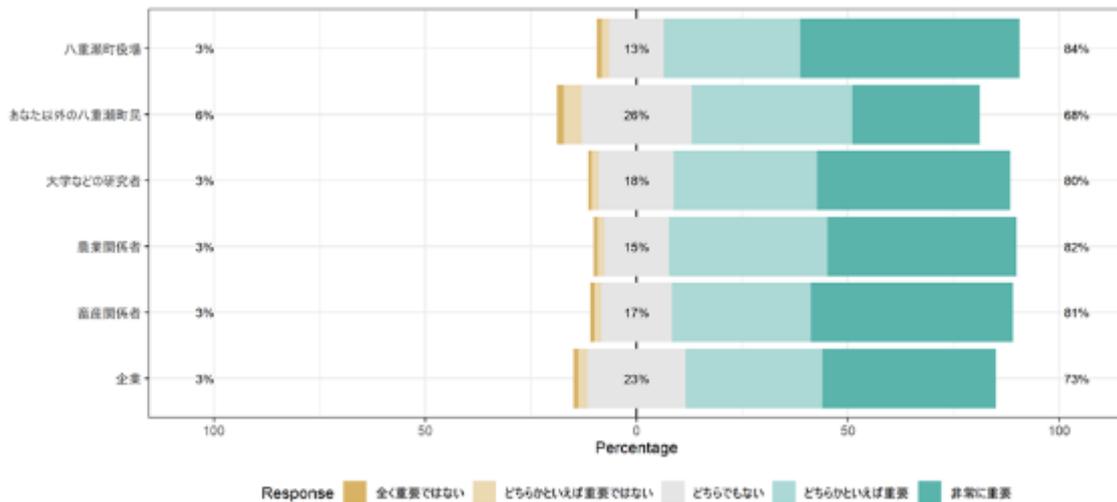
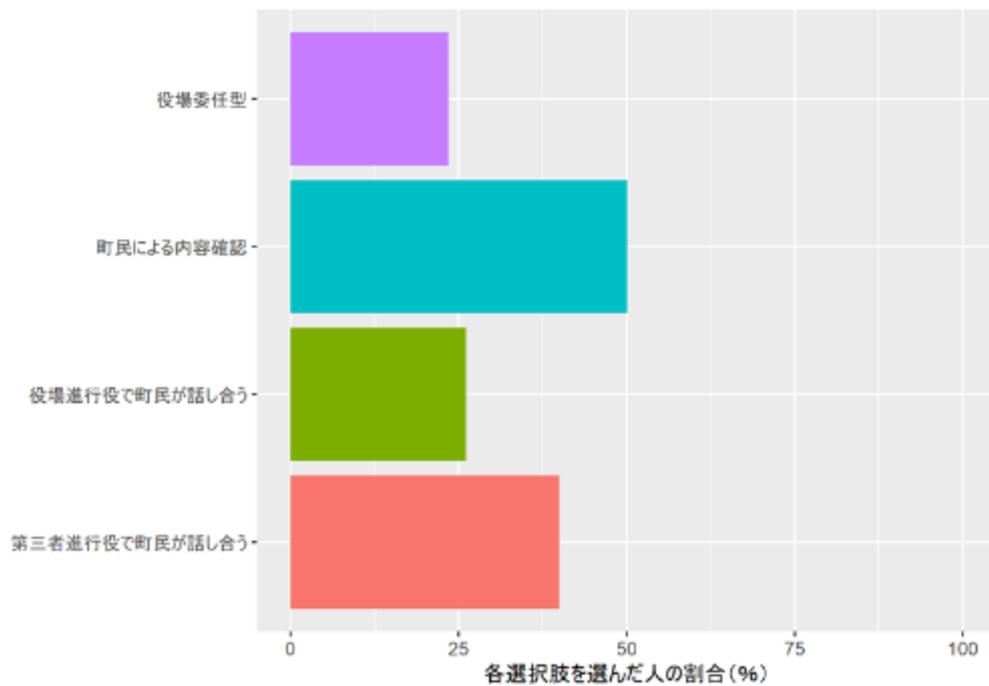
次に、地下水保全のための政策手段について賛否を質問したところ（問23）、全般的にどの手段に対しても賛成と回答した人が多かった。特に賛成が多かったのは、水量や水質の現状把握（「賛成」と「やや賛成の合計が85%）、下水道の整備（81%）、地下水に悪影響を与える行為の規制（79%）であった。

2）特になし（住民意識調査の結果を用いたワークショップを次年度に延期したため）。

3）国際コモンズ学会カンファレンス（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収集を通じて、地域住民による民主的決定と専門

家による科学的情報を両立させるためには、地域住民による専門家への信頼感と、専門家による民主的なプロセスの尊重が重要であるとの気づきを得た。  
4) 「コミュニティ・オーガナイズング」をテーマとしたワークショップを通じて、直面する課題の緊急性、他者からの共感を引き出すストーリー、自分自身の価値観を示すストーリーという3つの要素を組み合わせたメッセージの構築が、ステークホルダー間の協力を促す要因となることを学んだ。オンラインで大学関係者7名、八重瀬町職員1名、環境教育NPO2名が参加した。

地下水を守っていく上での町民の関わり方



#### (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）

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

成果の総括と次年度に向けた課題：

今年度は琉球大学農学部に移設した六フッ化硫黄（SF<sub>6</sub>）及びクロロフルオロカーボン（CFCs）の分析装置を設置した。次年度は、同分析装置を利用して沖縄島南部地域の地下水の滞留時間の3次元的な空間分布を把握し、統合型水循環シミュレーションモデルのキャリブレーションデータとすることで同モデルの高精度化に寄与する。特に、降雨時に地下水位が上昇している場合に断層部分を越流し下流に流れている付近を重点的に調べる予定である。

実施項目A)-2-1汚染物質の発生機構・輸送プロセスの解明

今年度はマルチ安定同位体法やメタゲノム解析から地下水中の硝酸性窒素に対する各種窒素負荷源の影響を定性的には把握することができた。次年度は、これらの手法を統合し窒素地下水中の硝酸性窒素に対する素負荷源の寄与率を算定する予定である。

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

今年度は広域モデルの構築を中心に地下水位や河川流量などの観測結果を一定の精度で再現することができた。得られた結果を基に、地形モデルとプロジェクションマッピングを組み合わせたP+MM八重瀬町水循環バージョン作成し、シミュレーション結果のP+MMの利用した場合の伝達機能（知の橋渡し）をアンケート等により確認した。

次年度は、広域モデルの高精度化を図ると共に詳細モデルの構築を進め、観測結果を一定の精度で再現する窒素の輸送モデルを完成させる予定である。

##### 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

成果の総括と次年度に向けた課題：

「B1-1 多様なステークホルダーとの研究会の開催」は順調に進んでいる。SOLVEに採択された過去2年間はコロナ禍の地域活動のあり方に悩まされた。今年度は感染対策に配慮した聞き取り調査のあり方を共同研究者らと検討し、モデルケースを開発することができた。来年度はこれらのモデルを活用し、地域住民参加型の研究により展開したい。

「B1-2-文献調査とデジタルマップの構築」は順調に進んでいる。今年度は学生スタッフを雇用し、各市町村等を参考に、湧き水に関するデータベース入力を進めることができた。来年度はこれらの資料を基盤に、地理情報や地域住民のエピソードも交えたデジタルマップを構築する。また、今年度は歴史資料だけではなく、民具調査も再開することができた。特に現在はサトウキビ栽培をメインとする具志頭地域において、地域の方とともに、田んぼのあった景観に関する聞き書きと、田んぼと河川、海を行き来していた生物—カニを捕獲した籠網の再現に取り組むことになった。

「B1-3 コロナ禍におけるアクションリサーチの設計と実施」は順調に進んでいる。R3度もカラベジファーマーズと引き続き対話を行い、1) 小規模農家の組合制度の検討、2) ローカル認証、3) 都市住民参加型地域経済に関する勉強会を行った。今年度はこれまで環境に配慮した農業と消費者向上を目的に、一緒に取り組んできたカラベジ

ファーマーズが農事組合法人化された。来年度以降は、引き続き認証制度や地域経済、エコリージョンの検討を行い、地下水保全に配慮した小規模生産農家の持続可能性について検討する。

4) B1-4「みずのわかレッジ」の立ち上げは順調に進んでいる。みずのわかレッジは大学生と地域との出会いや協働を促す仕掛けの一つである。これまで行なってきた小中学校での環境教育と、コミュニティ教育も見据えた大学教育を連環させることにより、地域主体となる知恵と知識の循環をうむ。次年度以降も引き続き、この循環によって、地域力（コミュニティケイパビリティ）を向上させる教育プログラムを開発する。

## B-2：産業班

今年度の到達点（目標）減窒素肥料の実証試験を行い、負荷軽減対策を立案  
成果の総括：

プロジェクトの目標達成は十分にできており、減肥料効果を生み出す理由が堆肥施用であることが推定できた。今回、堆肥施用の重要性が改めて明らかになった。その重要性とは、堆肥に含まれる窒素の緩効性である。化学肥料は速効性があるが、持続性はない。一方、堆肥は緩効性だが、持続性がある。これらの特徴から、今回の試験で化学肥料を減らしても十分な収量を得ることができたのは、堆肥の緩効性が理由だと考えられる。堆肥の施用量をこれまでよりも多くし、化学肥料の施用量を抑えることができれば、結果として、地下水への窒素の溶出量は抑えられると考える。

次年度に向けた課題：

今後、堆肥を農家に利用促進させるために、堆肥の有用性(窒素の緩効性)をアピールする必要がある。次年度は、八重瀬町の農家が頻繁に使用している堆肥を調査し、その堆肥の窒素の緩効性を明らかにする。

## C班：経済効果

今年度の到達点（目標）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  
成果の総括：

八重瀬町は地下ダムという水資源を有しており、自然豊かであるが、北部地域を中心に都市化や宅地化が進み、非地下ダム流域の町民を中心に環境配慮行動を取らないという結果がみられた。

しかし、時間感覚にゆとりのある町民は水資源に関して支払い意志額は高く、環境学習への参加意欲もみられた。そのため、町民のそれぞれの時間感覚に合致した環境学習の推進及び環境に関する規則の制定という双方向での方策が望ましい。

次年度に向けた課題：

八重瀬町の学習効果のオッズ比が多項ロジスティック分析からわかった。今後、環境学習によってこのオッズ比に相応する結果を調査分析から明らかにできればと考える。

## D班：対話・協働

成果の総括：

実施項目「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。今年度は報告書をまとめることができた。その内容に関して、次年度は説明会を開催し、流域ガバナンス構築へ向けたステークホルダー間のコミュニケーションを進展させたい。

「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。

次年度に向けた課題：

次年度は本プロジェクトのプロセスの解析に取り組む予定である。ただし、地下水への負荷軽減策のメニュー化に関する取り組みが不十分である。他班と連携しながら、具体的な取り組みを検討したい。

## 2 - 3. 会議等の活動

### ○地域活動・連絡会

年月日	名称	場所	概要
令和3年7月27日	八重瀬町連絡会	八重瀬町役場（Zoom併用）	八重瀬町職員である連絡会メンバーに対し、本プロジェクトの進捗状況を説明し、意見交換をおこなった。
令和3年10月30日	グリーンベルト植栽活動	南の駅やえせ・八重瀬町の農地	NPOおきなわグリーンネットワークとOKINAWA SDGsプロジェクトが主催する赤土流出防止のためのグリーンベルト植栽活動に、共催として参加した。
令和3年12月14日	カラベジ推進委員会	八重瀬町中央公民館	プロジェクトメンバーの高橋准教授が、カラベジファーマーの組織化、地域経済の活性化について農家の皆さんと意見交換をおこなった。
令和3年12月28日	カラベジ推進委員会	八重瀬町商工会	プロジェクトメンバーの高橋准教授が、「みずのわかレッジ」と農家の連携について協議した。

### ○ミーティング

年月日	名称	場所	概要
令和3年4月19日	第1回ユニットリーダーミーティング	Zoom	各班の活動予定と予算計画の確認。ニュースレター発行、ミーティングの定例化について協議した。
令和3年5月14日	第2回ユニットリーダーミーティング	Zoom	水循環モデル構築、みずのわESDプログラム進捗状況、地域円卓会議委託、アンケート分析の進捗状況の報

			告をおこなった。
令和3年7月9日	第3回ユニットリーダーミーティング	Zoom	各班進捗状況、サマースクール、サマーフェスタの準備進捗状況、八重瀬町職員との情報共有のための連絡会開催について報告、協議をおこなった。
令和3年10月8日	第4回ユニットリーダーミーティング	Zoom	コロナウイルス感染拡大によるサマースクール、サマーフェスタの中止、予算計画の見直しについて協議した。
令和3年11月12日	第5回ユニットリーダーミーティング	Zoom	各班進捗状況、「沖縄県大学発SDGs社会課題解決型プロジェクト」との連携、地域円卓会議の準備状況について報告、協議した。
令和3年12月24日	第6回ユニットリーダーミーティング	Zoom	「水資源の活用に関する地域円卓会議」企画書の内容について協議した。
令和4年1月14日	第7回ユニットリーダーミーティング	Zoom	各班の進捗状況、地域とのコミュニケーションツール（印刷物、水循環モデル）について協議した。
令和4年2月11日	第8回ユニットリーダーミーティング	Zoom	地域の人々と研究者との関わり方、論文等の成果発表について協議した。

#### ○ワークショップ

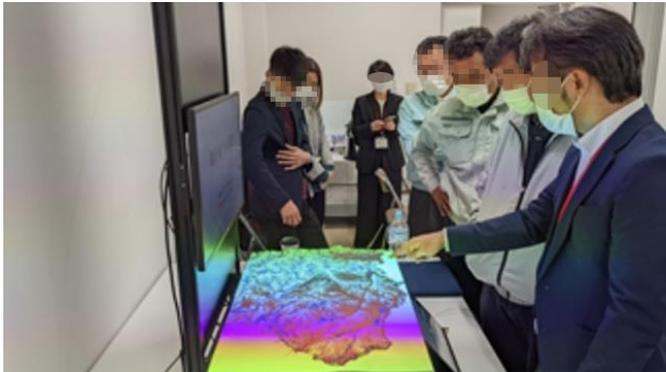
令和4年1月22日	水循環プロジェクト運営チームワークショップ	Zoom	コミュニティ・オーガナイズング・ジャパン理事の安谷屋氏を講師に招いた。参加者10名が互いのストーリーを共有し、パブリック・ナラティブとして本プロジェクトの目的と価値を確認した。
-----------	-----------------------	------	--

### 3. 研究開発成果の活用・展開に向けた状況

#### ○八重瀬町水循環モデルプロジェクトマッピングの作成

プロジェクト開始から2年に渡る地下水定期調査のデータをもとに、八重瀬町の地下水流れを可視化したプロジェクトマッピングを作成した。八重瀬町の地形モデルに投影することによって、水循環だけでなく、地下水量や土地利用についても学ぶことができるツールとして、学校教育への展開、イベント等で活用していく予定である。八重瀬町地域円卓会議では、農家と南部水道、役場職員でこのツールによって意見交換をおこなう様子

が見られた。



#### ○ニュースレターの発行

プロジェクトで得られた成果や活動状況を周知するため、今年度はニュースレターを6回発行した。プロジェクトのホームページから閲覧可能。

#### 【タイトル】

- SOLVEニュースレター#1「プロジェクトについて」
- SOLVEニュースレター#2「地下水調査に密着」
- SOLVEニュースレター#3「こどもたちと水環境を学ぶイベント」→中止
- SOLVEニュースレター#4「八重瀬町民アンケート（環境編）」
- SOLVEニュースレター#5「八重瀬町民アンケート（生活編）」
- SOLVEニュースレター#6「八重瀬町民アンケート（地下水との関わり編）」

## 4. 研究開発実施体制

### <大項目>コミュニケーショングループ(CG) プロジェクトマネジメント

コミュニケーショングループは、A～Dの各班のリーダーとプロジェクトコアメンバー、八重瀬町役場の中心メンバー、URA（コーディネーター）が集まり、プロジェクトのマネジメントを行う。CG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。

期 間：令和元年11月～令和5年3月31日

実施者：安元 純（琉球大学農学部・助教）

金城 盛勝（八重瀬町土木建設課・課長）

新城 竜一（琉球大学理学部・教授）

島添 和博（八重瀬町土木建設課・庶務班長）

野原 一夫（八重瀬町役場経済建設部・部長）

高橋 そよ（琉球大学人文社会学部・准教授）

久保 慶明（琉球大学人文社会学部・准教授）

Bam H. N. Razafindrabe（琉球大学農学部・准教授）

渡久地 朝央（沖縄国際大学経済学部・講師）

高田 遼吾（琉球大学戦略的研究プロジェクトセンター・産学官連携研究員）  
安元 悠子（琉球大学戦略的研究プロジェクトセンター・産学官連携研究員）

対 象：八重瀬町

### ＜大項目＞A班（水循環）

- 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
- A-2汚染物質の発生機構・輸送プロセスの解明
- A-3統合型水循環シミュレーションモデル（GETFLOWS）の構築

＜中項目＞ 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

亜熱帯島嶼の水循環の特徴的である「若い地下水」に有効とされる環境トレーサー（SF<sub>6</sub>、<sup>85</sup>Kr）を用いて地下水の滞留時間を推定する。

期 間：令和元年11月～令和5年3月31日

実施者：新城 竜一（琉球大学理学部・教授）  
土岐 知弘（琉球大学理学部・准教授）  
中屋 眞司（信州大学工学部・教授）  
利部 慎（長崎大学環境科学部・助教）

対 象：八重瀬町と展開先に選定した地域

＜中項目＞ A-2汚染物質の発生機構・輸送プロセスの解明

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、家畜排せつ物の地下水汚染への寄与率の推定を行う。

①次世代シーケンサーを用いて環境DNAのゲノム配列を迅速に解析し、水環境中の微生物群集から水循環の健全度を評価する指標を開発する。さらに、②ウイルスや真菌（カビ）なども網羅的にシーケンスすることが可能なメタショットガン解析を応用し、従来、困難であった人起源と家畜起源の汚染物質の寄与率の推定を行う。

#### ●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

期 間：令和元年11月～令和5年3月31日

実施者：新城 竜一（琉球大学理学部・教授）  
細野 高啓（熊本大学大学院先端科学研究部・准教授）

対 象：八重瀬町と展開先に選定した地域

#### ●メタショットガン解析による汚染物質の発生機構・輸送プロセスの解明

期 間：令和元年11月～令和5年3月31日

実施者：安元 純（琉球大学農学部・助教）  
安元 剛（北里大学海洋生命科学部・講師）  
井口 亮（産業技術総合研究所・主任研究員）

水澤 奈々美（北里大学海洋生命科学部・特任助教）

高田 遼吾（琉球大学戦略的プロジェクトセンター・産学官連携研究員）

対 象：八重瀬町と展開先に選定した地域

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

3次元水循環シミュレーション（GETFLOWS）の特長は、地表水と地下水の流れを一体的に解析し可視化する点にある。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、さらに上記の様々な解析結果もインプットデータとして取り込み、統合型の3次元水循環シミュレーションと可視化を行う。

期 間：令和元年11月～令和5年3月31日

実施者：安元 純（琉球大学農学部・助教）

中川 啓（長崎大学環境学部・教授）

Bam H. N. Razafindrabe（琉球大学農学部・准教授）

対 象：八重瀬町をメインに、他地域への展開を見据えて沖縄島の他地域など可能な範囲で実施

〈大項目〉 B班（利用・産業）

B-1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

B-2汚染物質の負荷軽減対策の立案・実施（実証試験）

〈中項目〉 B-1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

- ① 多様な資源利用（土地、水資源、水産資源等のマルチリソース）の歴史の変遷を復元し、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。その結果を市民参加型デジタルマップとして公開する。「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」については、V. 追加予算（p. 40～）を参照。

期 間：令和元年11月～令和5年3月31日

実施者：高橋 そよ（琉球大学人文社会学部・准教授）

Bam H. N. Razafindrabe（琉球大学農学部・准教授）

渡久地 健（サンゴ舎スコーレ・講師）

中本 敦（岡山理科大学理学部・講師）

〈協力者〉

安溪 遊地（山口県立大学・名誉教授）

安溪 貴子（山口大学・非常勤講師）

当山 昌直（沖縄大学・特別研究員）

盛口 満（沖縄大学人文学部・教授）

対 象：八重瀬町をメインに、他地域への展開を見据えて沖縄島の他地域など可能な範囲で実施

〈中項目〉 B-2産業班 汚染物質の負荷軽減対策の立案・実施（実証試験）

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軽減対策を検証する。

主な窒素負荷源となる化学肥料等の施肥量の低減を目指し，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を目指したラボ試験（モデル試験）を複数箇所の八重瀬町の農場で採取した土壌を用いて実施する。

- ・生産性検証：異なる窒素添加による作物生産性の検証および窒素肥料成分の土壌吸着容量の検証
- ・経済性検証：窒素肥料成分の動態（作物吸収、土壌吸着および地下水への溶出）把握から、コスト（施肥）に対する利益（作物吸収）と損失（土壌吸着および地下水溶出）のバランスを算出し、施肥量に対する収穫量の実証実験を行う。

地下ダム経由で供給される農業用水の水質の季節変動を明らかにし，地下水の水質の季節変動に対応した簡易水質管理システムを八重瀬町商工会のカラベジプロジェクトと共同で開発する。

カラベジプロジェクトは，これは，八重瀬町の豊かな食と環境を守り育む農家をカラベジファーマーとして認証し，その農家が生産する農産物を「カラベジ」として，積極的に情報発信と販売拡大を行い，同時にブランド化を図りながら，農家をはじめメーカーなど，地域一体となった経済的活性化を目指す八重瀬町商工会を中心とした活動である。カラベジファーマーは，八重瀬町の持続可能な環境と新たな農業を目指して沖縄県慣行基準をもとに，化学窒素，化学農薬の削減を図った土壌作りと，地域資源を資材として積極的に活用すること，栽培履歴を正しく正確に管理することで作物の安心安全を担保し，また研修会を通じた農業技術及びブランドの向上と，共に課題解決を行うことで全体的な底上げを図る，八重瀬町のカラベジ方式の確立を目指すものである。そのため，申請農業者等は別途定めるカラベジ基準に賛同し，基準を遵守し，かつ向上心を持つ農業者等であることとする（カラベジプロジェクトWeb Siteより引用）。

以上述べたカラベジプロジェクトの目指す方向性は，本プロジェクトとも一致していることが，本プロジェクト採択後に設けた意見交換で明らかとなった。くわえて，カラベジファーマー認証制度は，窒素負荷軽減を目指した実証試験の中で農業従事者が取り組むこととして挙げた①施肥基準の遵守，②エコファーマーへの登録，③肥効調整型肥料の利用，④堆肥の適正な有効利用（悪臭に配慮）の内容とも合致しているため，本プロジェクトではカラベジプロジェクトと協働することとした。

本プロジェクトでは，カラベジファーマー認証制度の窒素負荷削減に対する効果を，エコファーマー認定制度等と同様に，自然科学的に評価すると共にその経済的価値を算定する。また，カラベジファーマーとの意見交換により，地下ダム経由で供給される農業用水の水質の季節変動が分からないため，対象とする農作物に対する正しい施肥設計が出来ないことや，窒素濃度を低減させた農業用水の確保の必要性などの重要課題が明らかとなった。そこで，従来のB-2班（産業）の実施計画に，地下ダム経由で供給される農業用水の水質の季節変動を明らかにし，地下水の水質の季節変動に対応した簡易水質管理システムの開発を目

指すことを追加することとした。

これら研究成果を基にアクションリサーチに取り組み、八重瀬町農林水産課や沖縄県南部農業改良普及センター等と連携し、窒素負荷低減対策を農家に広めていく。

期 間：令和元年11月～令和5年3月31日

実施者：金城 和俊（琉球大学農学部・准教授）

安元 純（琉球大学農学部・助教）

高田 遼吾（琉球大学戦略的プロジェクトセンター・産学官連携研究員）  
〈協力者〉

廣瀬 美奈（（一般社団法人）トロピカルテクノプラス・博士研究員）

八重瀬町商工会カラベジプロジェクト

じんぐらーファーム

八重瀬町種苗センター

対 象：八重瀬町をメインに、他地域への展開を見据えて沖縄島の他地域など可能な範囲で実施

#### <大項目>C班（経済効果）水循環の健全化がもたらす経済効果の数値化

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。

期 間：令和元年11月～令和5年3月31日

実施者：渡久地 朝央（沖縄国際大学経済学部・講師）

嘉田 良平（四條畷学園大学・教授）

安元 純（琉球大学農学部・助教）

対 象：八重瀬町をメインに、他地域への展開を見据えて沖縄島の他地域など可能な範囲で実施

#### <大項目>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

D-2流域ガバナンス構築のプロセス分析

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することを目的としてステークホルダーの意向を調査し、流域水循環協議会に報告すると共に、行動計画への反映を目指す。また、環境学の視点から流域ガバナンスの先行事例を参照し、亜熱帯島嶼で流域ガバナンスを構築する際に留意すべきポイントを整理し、汚染物質の負荷軽減策を立案する際の基礎情報を提供する。最後に、本プロジェクトにおける流域ガバナンス構築のプロセス分析を行う。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、プロジェクト開始時と終了時に、八重瀬町民を対象とした水資源に関する意識に関するアンケート調査を実施する。

期 間：令和元年11月～令和5年3月31日

実施者：久保 慶明（琉球大学人文社会学部・准教授）

大野 智彦（金沢大学人間社会研究域・准教授）

千葉 知世（大阪府立大学人間社会システム科学研究科・准教授）  
安元 悠子（琉球大学戦略的研究プロジェクトセンター・産学官連携研究員）  
対象：八重瀬町をメインに、他地域への展開を見据えて沖縄島の他地域など可能な範囲で実施

### 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

#### ●八重瀬町SOLVE for SDGs連絡会

本プロジェクトとの連携を円滑にする目的で、八重瀬町役場内に八重瀬町SOLVE for SDGs連絡会を設置し、各班の活動状況の共有や四半期ごとのプロジェクトマネジメント会議に出席する。

期間：令和元年11月～令和5年3月31日

実施者：金城 盛勝（八重瀬町土木建設課・課長）  
野原 一夫（八重瀬町経済建設部・部長）  
伊野 博一（八重瀬町農林水産課・営農班長）  
島添 和博（八重瀬町土木建設課・庶務班長）  
照屋 唯英（八重瀬町土木建設課・農林班長）  
金城 明彦（八重瀬町土木建設課・主査（地下水条例担当））  
知念 直哉（八重瀬町土木建設課・主査（下水道担当））  
神谷 彰来（八重瀬町農林水産課・主事（畜産担当））  
下門 申吾（八重瀬町住民環境課・主査（環境・浄化槽担当））  
諸見里 浩（八重瀬町農林水産課・課長）  
金城 洋史（八重瀬町企画財政課・班長（総合計画担当））

対象：八重瀬町

#### ●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

実施者：メンバー全員，協力組織

期間：令和元年11月～令和5年3月31日

実施者：安元 純（琉球大学農学部・助教）  
新城 竜一（琉球大学理学部・教授）  
高橋 そよ（琉球大学人文社会学部・准教授）  
土岐 知弘（琉球大学理学部・准教授）  
Bam H. N. Razafindrabe（琉球大学農学部・准教授）  
久保 慶明（琉球大学人文社会学部・准教授）  
渡久地 朝央（沖縄国際大学経済学部・講師）  
大野 智彦（金沢大学人間社会研究域・准教授）  
羽賀 史浩（琉球大学研究企画室・上席URA）  
高田 遼吾（琉球大学戦略的プロジェクトセンター・産学官連携研究員）  
安元 悠子（琉球大学戦略的プロジェクトセンター・産学官連携研究員）  
金城 盛勝（八重瀬町土木建設課・課長）  
野原 一夫（八重瀬町経済建設部・部長）

伊野 博一 (八重瀬町農林水産課・営農班長)  
 島添 和博 (八重瀬町土木建設課・庶務班長)  
 照屋 唯英 (八重瀬町土木建設課・農林班長)  
 金城 明彦 (八重瀬町土木建設課・主査 (地下水条例担当))  
 知念 直哉 (八重瀬町土木建設課・主査 (下水道担当))  
 神谷 彰来 (八重瀬町農林水産課・主事 (畜産担当))  
 下門 申吾 (八重瀬町住民環境課・主査 (環境・浄化槽担当))  
 諸見里 浩 (八重瀬町農林水産課・課長)  
 金城 洋史 (八重瀬町企画財政課・班長 (総合計画担当))  
 中川 啓 (長崎大学環境学部・教授)  
 中屋 眞司 (信州大学工学部・教授)  
 細野 高啓 (熊本大学大学院先端科学研究部・准教授)  
 利部 慎 (長崎大学環境科学部・助教)  
 安元 剛 (北里大学海洋生命科学部・講師)  
 水澤奈々美 (北里大学海洋生命科学部・特任助教)  
 井口 亮 (産業技術総合研究所・主任研究員)

## 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
金城 盛勝	キンジョウ セイカ ツ	八重瀬町	土木建設課	課長
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	八重瀬町役場	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	八重瀬町役場	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

年月日	名称	主催者	場所	参加人数	概要
令和4 年3月8 日	八重瀬町「水と資源 に関する地域円卓会 議」	八重瀬 町×琉 球大学 SOLVE プロジ ェクト	八重瀬 町役場	38名 (オンラ イン参加 含む)	八重瀬町の水資源に関し て、農家・水道事業者、役 場職員、地域団体などの着 席者が一堂に会し、意見交 換をおこなった。

### 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  
なし

(2) ウェブメディアの開設・運営、  
ホームページ：<http://mizunowa.skr.u-ryukyu.ac.jp/activity-record/>  
ツイッター：<https://twitter.com/MizunowaProject>

(3) 学会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   0   件、国際会議   0   件)

(2) 口頭発表 (国内会議   10   件、国際会議   1   件)

- 新城竜一 (2021) 南の島の水循環:陸と海のリンケージ. 日本地下水学会2021年秋季講演会, 沖縄産業支援センターとオンラインのハイブリッド大会, 2021年12月2-4日.
- 利部 慎, 安元 純, 新城竜一 (2021) 沖縄本島南部地下ダム流域における地下水の滞留時間と水質の応答特性, 日本地下水学会2021年秋季講演会, 沖縄産業支援センターとオンラインのハイブリッド大会, 2021年12月2-4日.
- 山本祐生, 細野高啓, Hermawan, O.R., 新城竜一, 伊藤湧人, 宋科翰, 安元 純, 宮城もね, 松岡 走, 高田遼吾, 安元 剛, 丸山莉緒, 三雲沙貴, 飯島真理子 (2021) 沖縄県多良間島の淡水レンズにおける硝酸性窒素の起源と挙動に関する 2021 年調査報告, 日本地下水学会2021年秋季講演会, 沖縄産業支援センターとオンラインのハイブリッド大会, 2021年12月2-4日.
- Song, K.-H., Moromizato, Y., Ito, Y., Shinjo, R., Yasumoto, J., Takada, R. (2021) Boron isotopic characterization for groundwater pollution at the southern part of Okinawa Island and Yoron Island, Ryukyu Islands, Japan, 日本地下水学会2021年秋季講演会, 沖縄産業支援センターとオンラインのハイブリッド大会, 2021年12月2-4日.
- Hermawan, O.R., Hosono, T., Yasumoto, J., Shinjo, R., Mizota, C., Yamanaka, T. (2021) Cause of elevated sulfate concentrations in limestone aquifers in southern Okinawa Island, Japan, 日本地下水学会2021年秋季講演会, 沖縄産業支援センターとオンラインのハイブリッド大会, 2021年12月2-4日.
- 澤野陽介, 田原康博, 村井敦子, 坂内正和, 辻本卓郎, 野崎真司, 新城竜一, Bam H.N. Razafindrabe, 安元 純 (2021) 沖縄本島南部地域における三次元水循環モデリングの適用, 日本地下水学会2021年秋季講演会, 沖縄産業支援センターとオンラインのハイブリッド大会, 2021年12月2-4日.
- 丸山莉織, 安元 剛, 水澤奈々美, 天野春菜, 神保 充, 渡部終五, 高田遼吾, 廣瀬(安元)美奈, 新城竜一, 細野高啓, 飯島真理子, 井口 亮, 安元 純 (2021) 琉球石灰岩地域における陸水のメタゲノム解析, 日本地下水学会2021年秋季講演会, 沖縄産業支援センターとオンラインのハイブリッド大会, 2021年12月2-4日.
- Song, K., Ito, Y., Moromizato, Y., Shinjo, R., Yasumoto, J., Takada, R. (2021) Boron isotope fingerprints offering a tool for nitrate source identification in groundwater pollution at the southern part of Okinawa Island and Yoron Island, Ryukyu islands, Japan. AGU Fall Meeting, 2021年12月13-17日.
- Hermawan, O. R., Hosono, T., Yasumoto, J., Sawada, K., Song Ke-Han, Shinjo, R. (2021) Nitrate contamination source identification by using multiple isotope ratios in Ryukyu limestone aquifer, southern Okinawa island, Japan. 日本地球惑星科学連合2021年大会 JpGU-AGU joint session 【オンライン】 2021年5月30日～6月6日
- Song, K-H, Moromizato, Y., Shinjo, R., Yasumoto, J., Sawada, K. (2021) Quantitative evaluation of groundwater pollution at Ryukyu limestone area in southern Okinawa Island: Trial application of boron isotope. 日本地球惑星科学連合2021年大会 JpGU-AGU joint session 【オンライン】 2021年5月30日～6月6日
- 安元 純, 新城 竜一, Razafindrabe Bam, 土岐 知弘, 澤田 和子, 細野 高啓, Hermawan Oktanius, 中屋 眞司, 高田 遼吾, 中川 啓, 利部 慎, 田原 康博, 村井 敦子, 安元 剛, 水澤 奈々美, 丸山 莉緒, 廣瀬 美奈, 井口 亮, 飯島 真理子, 宋 科翰, 相澤 正隆 (2021) 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

ス - SDGsの達成への貢献-. 日本地球惑星科学連合2021年大会 JpGU-AGU joint session  
【オンライン】2021年5月30日～6月6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・投稿 (2 件)

・琉球新報 3月24日朝刊「豊富な地下水活用を 八重瀬町で円卓会議」

・沖縄タイムス 5月11日朝刊「水資源の活用法 課題を意見交換 八重瀬で円卓会議」

(2) 受賞 (0 件)

(3) その他 (0 件)

#### 6-6. 知財出願

(1) 国内出願 (0 件)