

飯舘村の農業再生

平成 29 年度地域復興実用化開発等促進事業

「安全な農畜産物生産を支援する ICT 営農管理システムの開発」の成果報告



溝口勝

東京大学大学院農学生命科学研究科・教授
ふくしま再生の会・副理事長

(1) 補助事業の内容

2017年4月に避難指示が大部分の地区で解除された福島県飯舘村だが、生活面での不安から依然として避難者は多い。定住判断を保留しつつも避難先から飯舘村へ通って農業を再開している（通勤農業を実施している）人がいる。通勤農業では、圃場近くに滞在していないため、急激な天候変化に対応できない場合や、避難先が遠いと毎日行かなくても栽培管理ができる（日常的に確認する必要ない）ことが求められる。本事業では、避難している生産者が飯舘村まで来なくても農作物の生育環境の確認や、生育時の土壌、水、大気の放射能関連データをモニタリングすることができ、かつ毎日飯舘村に行けない場合や急激な天候変化などにも避難先から対応できるように、栽培環境を適切に管理するシステムをICTを駆使して構築する。さらに、安全な農産物栽培のため農業環境中における放射性物質の挙動を把握する。対象とするフィールドは、飯舘村の基幹産業であった水田と畜産、今後の展開が期待できる（管理された栽培）ハウス（野菜、花卉類）とする。

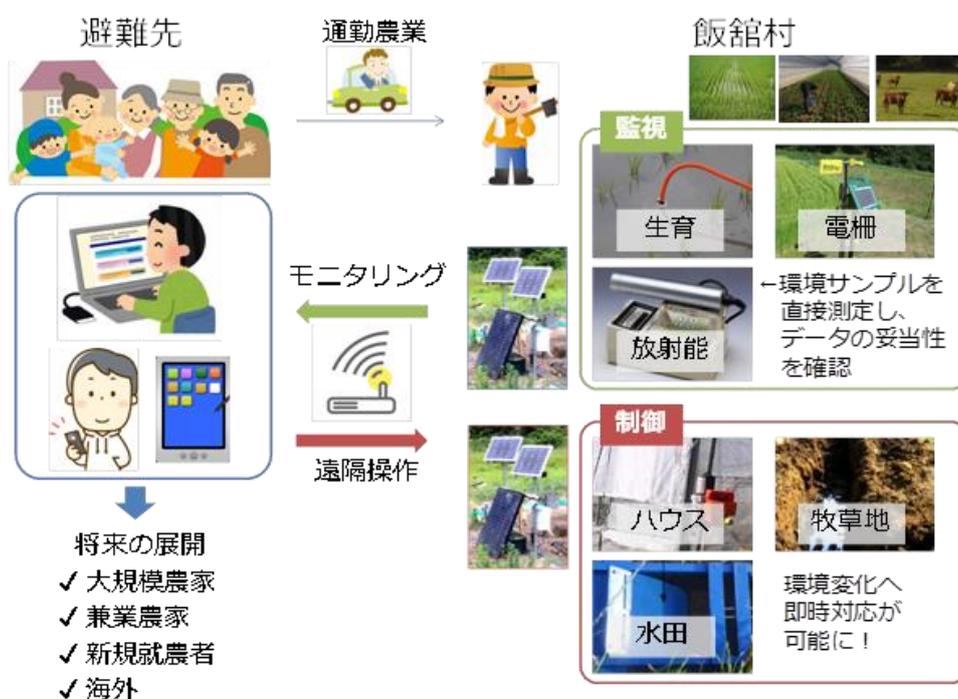


図1 圃場事業概略図

(2) 重点的に実施した事項

① 水田におけるモニタリング・制御システム

水稲の健全な生育には水環境の適切な管理が重要であるため、水温、水位センサーを水田に設置し、インターネットを通じて遠隔地でデータを確認できるようにした（図2）。また、水稲の生育、水田状況を把握するため水田にカメラを設置し、一日一回水田を撮影した画像をインターネット上のクラウドにアップするシステムを構築した（図3）。さらに、安全な作物生産のため、空間線量や土壌中の線量も測定した。飯舘村では、携帯電話も十分につな

がない地域が存在する。そのため、wifi を使える環境を整備し、通信環境を整えてシステムを運用した (図 4)。また、各種センサー、カメラは屋外での設置となるため、安定した電源の確保として太陽光パネルとバッテリーを併用して確保した。



図 2 水田の水口に設置された水位計と濁度計によって測定された田面水の水位変化と農業用水の濁度の変化 (1 時間ごとのデータがクラウドサーバに自動送信される)

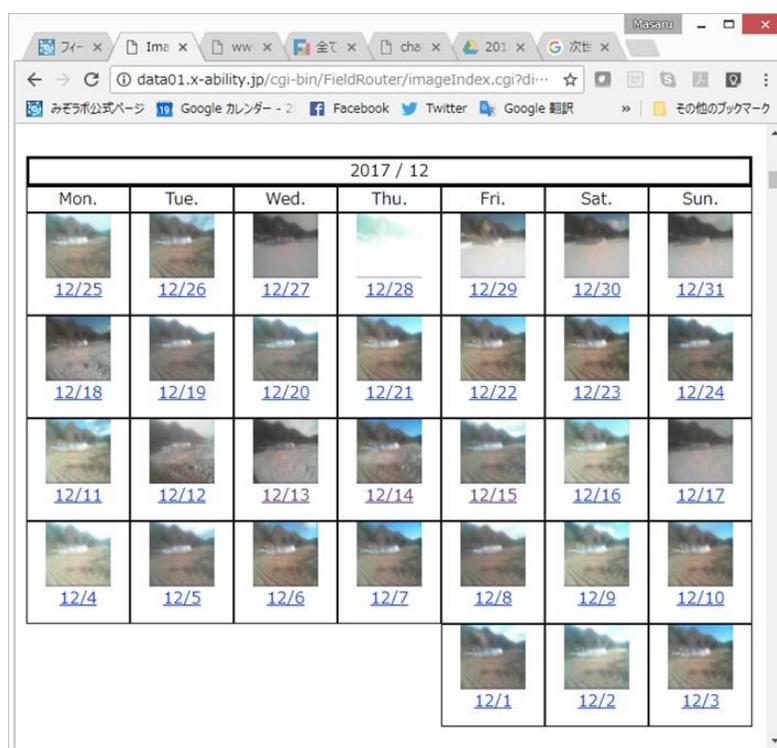


図 3 水田監視カメラによる画像 (現地画像が毎日クラウドサーバに自動送信されるので誰でもが Web 上で確認できる)



図4 フィールドでWiFiを使えるようにするためのリピータシステム。
これによりフィールド内でWiFi通信する範囲が広がる。

また、飯舘村では避難指示が続いたため、農業現場で獣害(特にイノシシ)が多発しており、その対策として水田周囲に電柵を張り巡らすことが実施されている。しかし、雑草が電柵に触れたり、経年劣化で電線が切れていたりすると通電せずその効果を発揮しないため、定期的な通電確認が必要であるが、確認方法は手動で行わざるを得ないが現状である。そこで、電柵の通電状況のモニタリングできるシステムを構築した(図5)。このシステムでは常時バッテリー電圧を監視し、草や動物が電気柵に触れるとそれをパルス信号(cpm)としてカウントする。それらのデータが1時間ごとにクラウドサーバに自動送信される(図6)。さらに濁水の流入をリモートで防止するシステムの開発も行った。



図5 飯舘村佐須地区におけるスマート電柵システムの現地試験

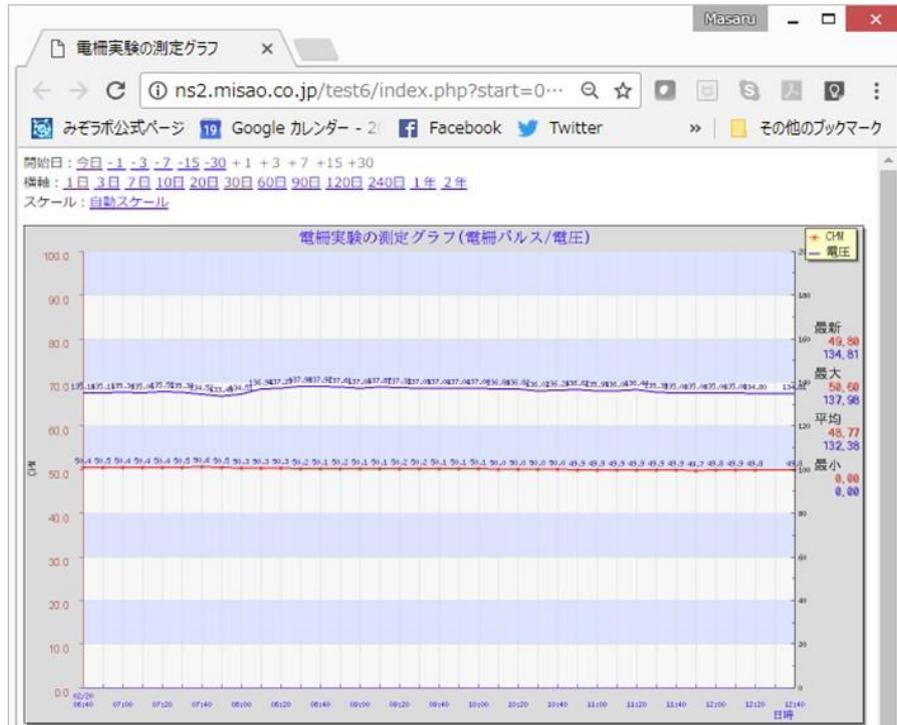


図 6 スマート電柵システムで測定された電圧(V)とパルス(cpm)

② ハウスにおけるモニタリング・制御システム

ハウス栽培で最も重要なことは温度管理であり、そのために農家はこまめにハウス内の温度をチェックし、窓の開閉などで調整して栽培を行っている。本年度はハウスの温度、湿度等のモニタリング、生産物の生育状況を監視する設置するカメラを設置し、インターネットを通じて遠隔地で確認できるようなシステムを構築した (図 7,8,9,10,11)。その際、ハウスにある商用電源を利用して WiFi 環境を整備した。

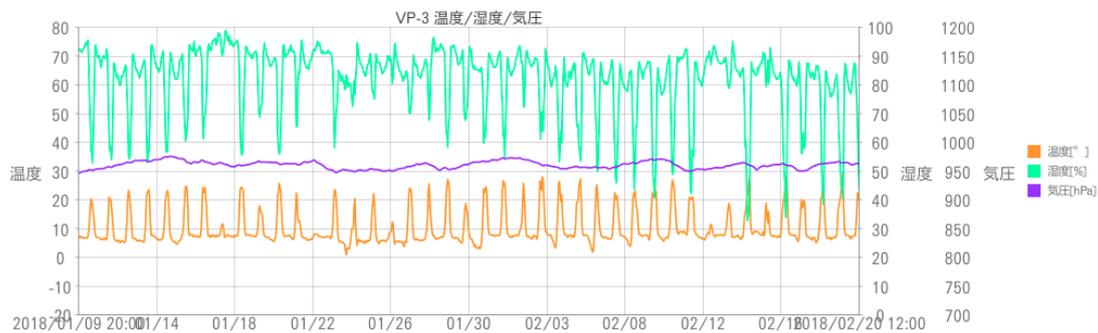


図 7 花卉を栽培しているハウス内の温度・湿度・気圧 (1時間毎で測定)



図 8 花卉の根元の土壌水分量・温度・電気伝導度の変化（1時間毎で測定）

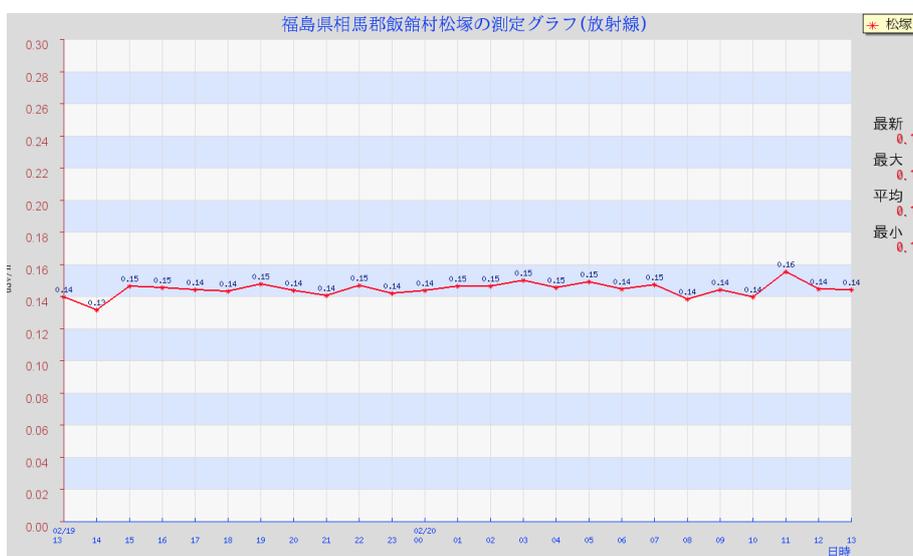


図 9 ハウス内の放射線量の変化（1時間毎で測定）



図 10 各種データを記録するデータロガー（このこれに記録されたデータがインターネット経由でクラウドサーバに自動送信される）

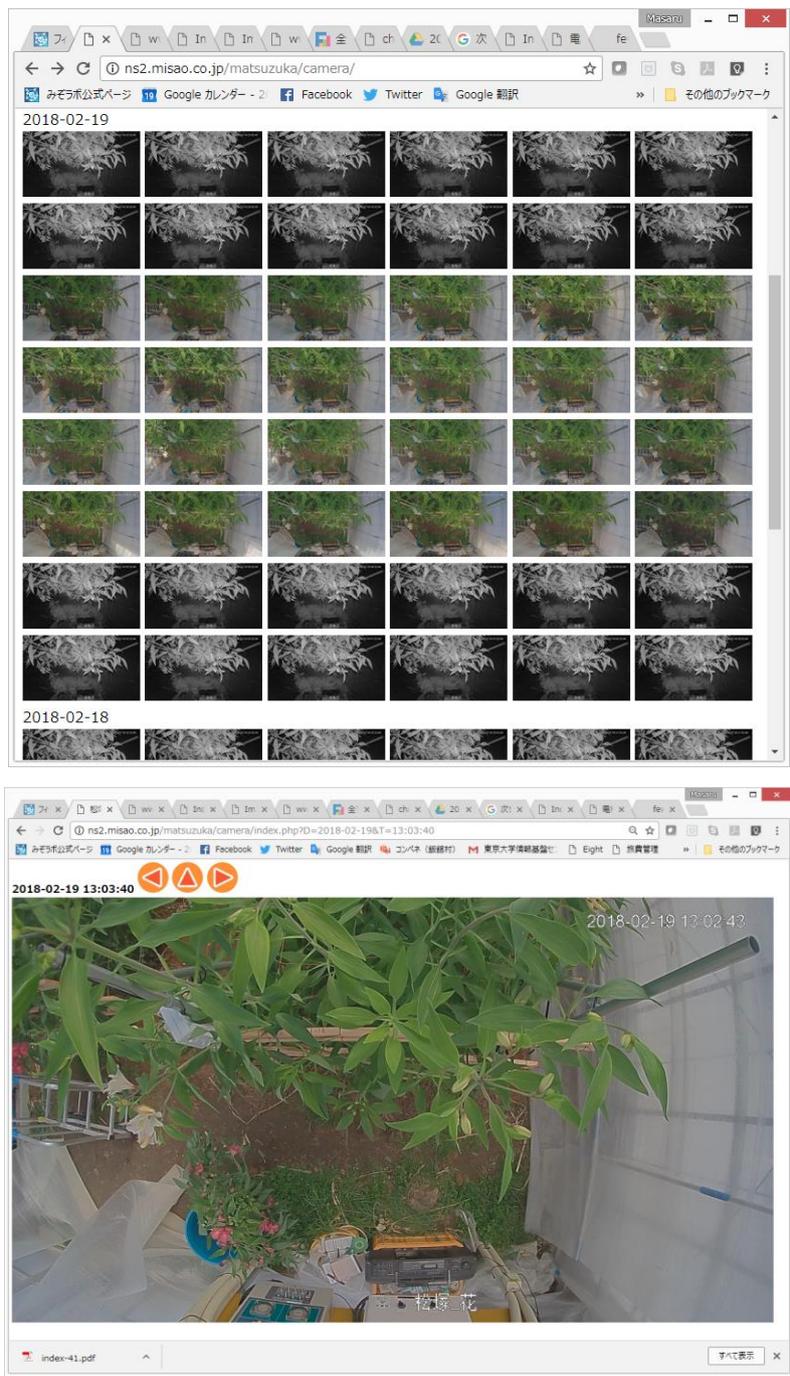


図 11 ハウスの天井に設置された花生育監視カメラのサムネイル画像（上）。1時間毎のデータがクラウドサーバに送信される。サムネイルをクリックすると詳細な画像が見える。

また、急激な温湿度上昇時への対応策として、ハウス内に設置したサーキュレータを遠隔作動するシステムを構築した（図 12,13）。このシステムではハウス内の温度をクラウドサーバ上のデータをスマホなどの携帯端末で確認し、その値に応じてサーキュレータを遠隔地から ON にするものである。



図 12 ハウスに設置された遠隔サーキュレータシステム。HALKA に接続された風向風速・温度センサーが 10 間隔でデータをクラウドサーバに送る。ユーザは携帯端末でデータを確認して必要に応じてサーキュレータのスイッチを ON/OFF する。

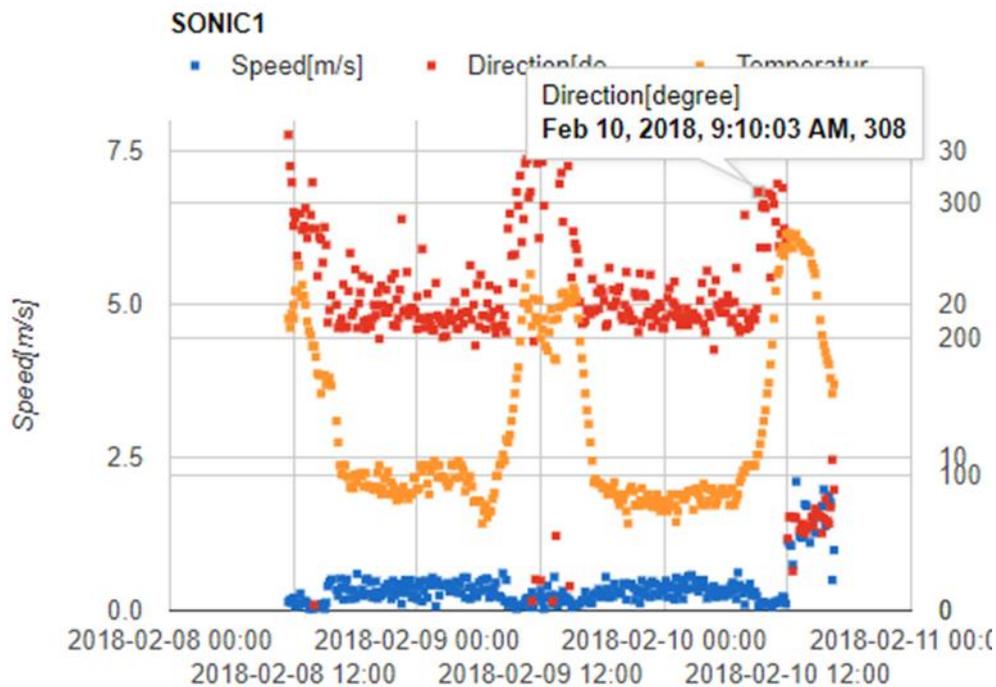


図 13 ハウスに設置された遠隔サーキュレータシステム (2月10日12:00に遠隔でスイッチをONにするとサーキュレータが回って、風向と風速が変化し温度も下がり始める)

③ 牧草地におけるモニタリング・制御システム

牧草地における牧草、放牧牛の状況、牛舎内の牛の様子の確認のため、現地にカメラを設置し、その動画をフィールド WiFi を経由して遠隔地から確認するシステムを構築した。ただし、放牧地の牛は 9 月に飯野町にある畜舎に引き上げられてしまったので、構築したシステムは畜舎に移動設置して動作を確認した（図 14）。次年度以降にこのシステムを放牧地に移動し、水飲み場にやってきた牛を観察する予定である。



図 14 牛舎内で飼育されている仔牛のモニタリング。仔牛のリアルタイム動画が iPad からいつでもどこからでも上で見ることができる。

また、飯舘村の農地全面で除染作業が行われたが、その際に大型の重機の走行によって下層土壌が固められ排水不良となっている圃場が多い（図 15）。大雨や雪解け水が出る季節には牧草地に水が溜まり、牧草の生育を損なう危険性があるため、明渠に貯まった排水を圃場外へ排出するポンプを遠隔で作動させるシステムを試作した（図 16）。



図 15 ドローンで撮影した松塚地区の農地。排水性の悪い農地には草が生えていない。



図 16 放牧地に設置されたソーラーポンプ排水システム。明渠に貯まった水の水位を検知し、HALKA を使って圃場外へ排出するポンプを遠隔で作動させる。

④ その他（農業環境中における放射性セシウムの把握）

飯舘村では農業地の除染が完了したとはいえ、農家は生産物が放射能汚染をしないかなど不安な気持ちも抱いている。農家自身が生産した水稲は安全だと自信をもって言えるようにするため、水田圃場周囲の放射能濃度を計測した。その結果、除染していない圃場の他、畝や畦畔で濃度が高かった（図 17）。



図 17 空間線量から推定した水田環境の土壤汚染濃度

さらに、河川水中の放射性セシウム濃度を直接モニタリングすることは困難であるため、濁度 (NTU) を簡易な指標として用いられていることの検討として、河川水に含まれる放射性セシウム濃度と濁度を比較した。容量辺りの放射能濃度 (Bq/L) と濁度 (NTU) には相関がみられたが、重量当たりの放射能濃度 (Bq/kg) と濁度には相関がみられなかった (図 18)。大雨時に採水した河川水をろ過したフィルターのオートラジオグラフィを観察したところ、ろ紙は全体に放射性セシウムが分布しているのではなく、黒い粒子状に局在していることが明らかとなった (図 19)。従って、継続的な河川水のモニタリング、濁水の流入制御は安全な水稻栽培に重要であると考えられる。

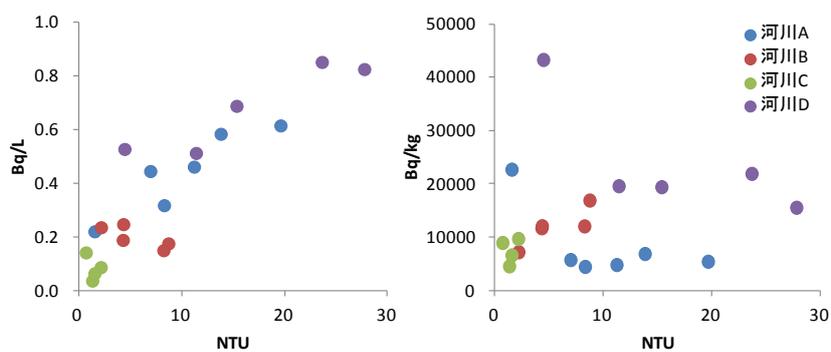


図 18 濁度 (NTU) と容量辺りの放射能濃度 (Bq/L) (左) と重量当たりの放射能濃度 (Bq/kg)

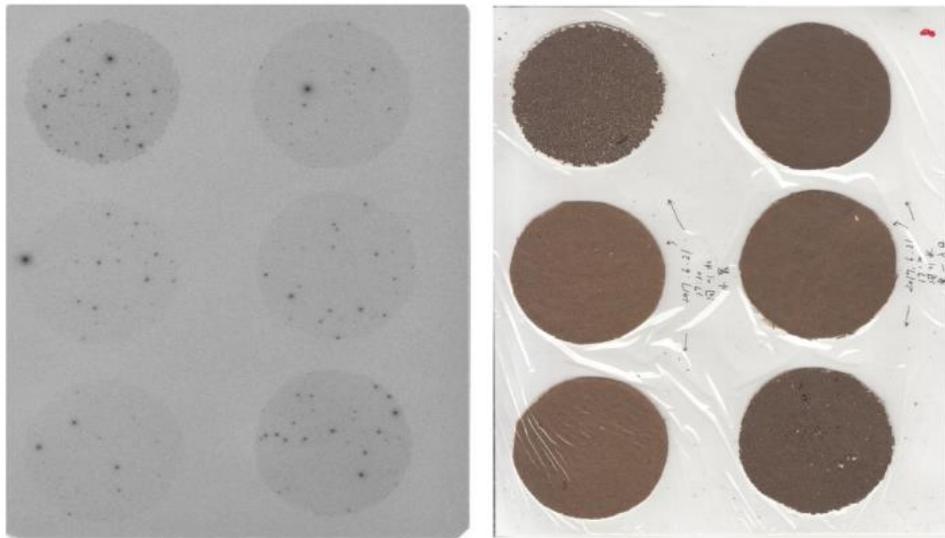


図 19 河川水をろ過したろ紙のオートラジオグラフィ

(3) 補助事業の効果

本事業において、水田におけるモニタリング・制御システム、ハウスにおけるモニタリング・制御システム、牧草地におけるモニタリング・制御システムを開発した。本システムの構築により、避難している生産者が飯舘村まで来なくても農作物の生育環境の確認や、生育時の土壌、水、大気の放射能関連データをモニタリングすることができ、かつ毎日飯舘村に行けない場合や急激な天候変化などにも避難先から対応できることが期待できる。

また、飯舘村では通信環境が十分でない地域が存在するため、WiFi 環境を独自に整備することでシステム運用を可能とした。また、各種センサー、カメラは屋外での設置となるため、安定した電源の確保として太陽光パネルとバッテリーを併用して確保した。

なお、開発、設置した機器を現場へ導入、稼働させたことにより、ICT に興味を持っていた農家（特に若い農家）とコミュニケーションが増え、現場で抱えている課題（子牛の健康のため敷き藁周辺のアンモニア濃度測定や子牛の体温測定等）の提案など意見交換ができた。地元農家から現場の意見が出たことは、今後の本事業の展開が広がるとともに、事業を通して農家のやる気を引き出すことにもつながり、今後の飯舘村の農業復興に大きく寄与できると考えられる。

(4) 実用化へ向けた計画

実用化へ向け、平成 29 年度は水田、ハウス、牧草地におけるモニタリング・制御システムの構築へ向けた試作を行った。平成 30 年度は開発したシステムの効率化、利用者が使いやすいシステムとするための改修、要望のあった新たなセンサー類（子牛の体温計、牛舎のアンモニア濃度等）の開発、飯舘村での農産物栽培の安全性確認のため農業環境中の放射性

セシウムの挙動把握などを計画している。平成 30 年度の進捗具合を見て、一方で事業協力を発掘しながら、可能であれば平成 31 年度は、導入事例を増加させるとともに、システムの低価化、飯舘村産農産物のブランド化、システムの販売先マーケティング調査、飯舘村以外の地域（海外市場も含む）への販売動向調査を考えたい。

現在首都圏から飯舘村に移り住んでビジネスしても良いという若い ICT/IoT 関連の社長とも具体的な事業化について話し合っている。そうした意味でも本事業で開発した現場 ICT 技術の開発はきわめて意義がある。

付録：NPO 法人ふくしま再生の会との連携

1. 松塚土壌博物館



(2018 年 2 月 10 日着工)



(2018 年 2 月 18 日完成)

2. 放射能測定室



(2018 年 1 月 28 日完成)



(2018 年 2 月 18 日測定器搬入)