

上昇を 22%減衰し、変動の継続時間においては変化が見られなかった（図 41）。昨年よりも大幅に性能が低下した結果となった。機能監視においては、計測方法の再検討を行うとともに、より性能を向上させるために、エアーチャンバーと本体との接続面積を増やすなどして、再度、対策を施す計画である。

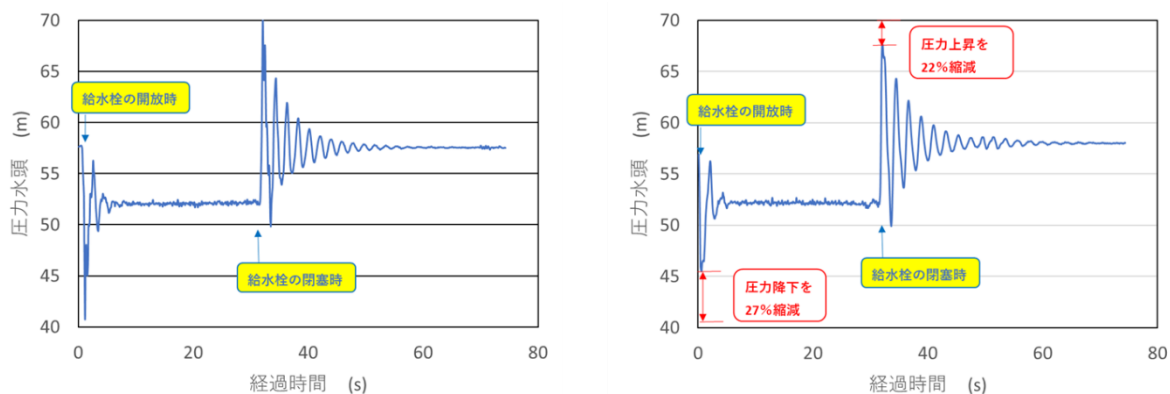


図 41 多良岳地区におけるエアーチャンバー未使用時（左）と使用時（右）の圧力変動の違い

また、宮古島地区の圧力変動緩和装置についても、実証試験において設置前と比べて水撃圧の減勢効果が見られなかった。そのため、11月14日に逆止弁の形状変更とバネ付きの構造に変更した。12月26日にエアーチャンバーの圧力を 0.33MPa から 0.4MPa へ変更した。その後、同日中に確認試験を行った。確認試験は、図 42 に示す 2 つの給水栓を A と B とすると、試験①では、給水栓 A を開放してから 5 分後に閉塞した。同様に、試験②では給水栓 B を開放してから 5 分後に閉塞した。試験③では給水栓 A 開⇒給水栓 B 開⇒給水栓 A 閉⇒給水栓 B 閉の順で操作を行った。



図 42 宮古島地区の実証試験地区における給水栓と圧力変動緩和装置の位置

その結果、エアーチャンバーを使用した場合と未使用の場合では、圧力変動の緩和効果の有意な変化が見られなかった（図 43）。

昨年度の圧力変動緩和装置の設置前と設置後では、静水压の値が変化していたために、基準となる圧力水頭が異なったために、正しく圧力の減勢した割合を評価できていなかった可能性が考えられる。機能監視において、エアーチャンバーの容量を再検討して対策を施す計画である。

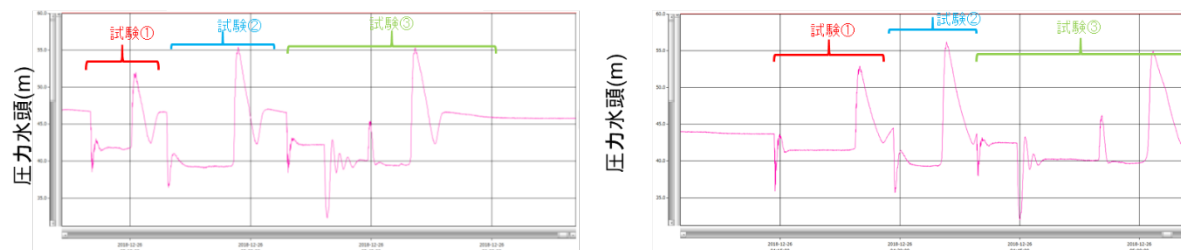


図 43 宮古島地区におけるエアーチャンバー未使用時（左）と使用時（右）の圧力変動の違い

4) 小口径高圧パイプラインの漏水事故対策に関するマニュアル（案）の作成

モニタリングスポットによる漏水状態の点検技術のマニュアル「マンホール型漏水モニタリング施設の設置マニュアル」を作成した。また、圧力変動緩和装置の設置マニュアル「農業用塩ビ管水路の長寿命化を図るための圧力変動緩和装置の設置マニュアル」の改訂中である。さらに、簡単に圧力を監視する手法のマニュアルとパイロット弁の自動洗浄技術のマニュアルについても、作成中である（表 11）。

表 11 平成 30 年度のマニュアル作成スケジュール

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
簡単に圧力監視する手法										概要, 装置の構成 使用方法, 試験方法 など執筆		
モニタリングスポット 点検・診断										ブラシ アップ 校正		
パイロット 弁の自動 洗浄										概要, 試験方法 評価など執筆		
圧力変動 緩和装置												改定

平成 30 年 12 月 19 日から 20 日において、「農業用塩ビ管水路の長寿命化を図るための圧力変動緩和装置の設置マニュアル」と「マンホール型漏水モニタリング施設の設置マニュアル」の説明を、沖縄総合事務局、土地改良総合事務所、宮古支所、宮古伊良部農業水利事業所、沖縄県土連、羽地大川土地改良区、および沖縄本島南部土地改良区において行った。

1. 8 機能監視の概要、結果、課題等

1) 簡単に管内水压を監視する手法の開発

漏水事故を検出するアルゴリズムについて、実証試験において作成したものに修正を加え、漏水検知結果が管理者に伝達する仕組みを付加した。

その修正は、機械学習を用いて何かしらの特徴量によって圧力変動パターンを分類して、漏水を検出するアルゴリズムである。パイプラインの水利用は需要主導型であるため、毎日の圧力変動は、農家が給水栓を操作することによって生じるはずである。農家が給水栓を操作した際に意思決定の要因となった情報によって、圧力変動のパターンは分類されると仮説を立て、その情報を特徴として機械学習を実施した。この仮説がある程度の優位性があれば、特徴量で分類された圧力変動パターンに異常があった際に、その異常は漏水ではないかと予測する。機械学習のアルゴリズムは、多種類のニューラルネットワーク、決定木、ランダムフォレストツリー、およびサポートベクトルマシンなどの教師あり学習を比較検討した。特徴量として2日間の天気、曜日、および月ごと単位などを使用した（図44）。

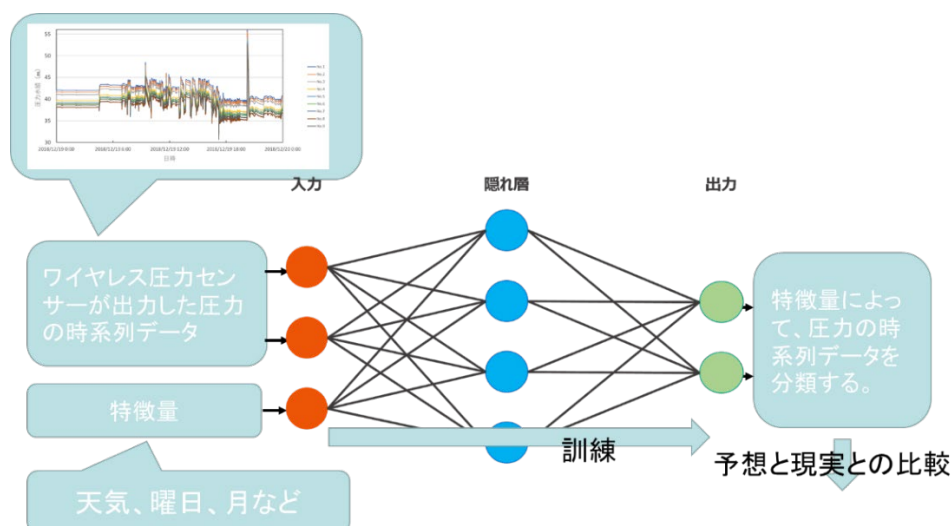


図44 機械学習を利用して漏水検知を行うアルゴリズム

それぞれのアルゴリズムと特徴量で学習した後に、テストデータで推定した結果、「当日の天気予報」を特徴量として利用した場合に、圧力の時系列データは精度良く分類できることが分かった。アルゴリズムはどれも同程度の性能であった。表12に決定木による計算結果を示す。よって、この学習済みモデルを用いて、実際の「当日の天気予報」と異なる推測結果が出た際に、漏水の可能性が高いと判断される。

表12 決定木によって圧力変動パターンの分類に利用した特徴量とテスト正解率

特徴量	テスト正解率
当日の天気	78%
前日と当日の天気	64%
曜日ごと	53%
月ごと	51%

漏水の可能性が高いと判断された際に、管理者に電子メールを送信したり、PCがビープ音を発信したりして、異常を伝達する（図45）。



図45 管理者へ漏水を知らせる仕組み

土地改良区職員の評価では、幹線水路の流量計が漏水を検知した場合、漏水位置を特定するために、全支線水路を巡回する必要があったが、漏水が心配される範囲に設置することで、漏水位置を特定の省力化が期待できると評価された。

2) 漏水事故の原因を診断する技術の開発

b) モニタリングスポットによる破損原因の診断技術

実証試験において、照明が当たって明るい箇所と暗い箇所ができるという問題点が発生したので、対策として、高画質の SONY 製アクションカメラの選定を行った。また、選定したアクションカメラ専用のカメラカプセルを製作し、カメラと光源が適切な位置になるように調整を行った（図 46）。

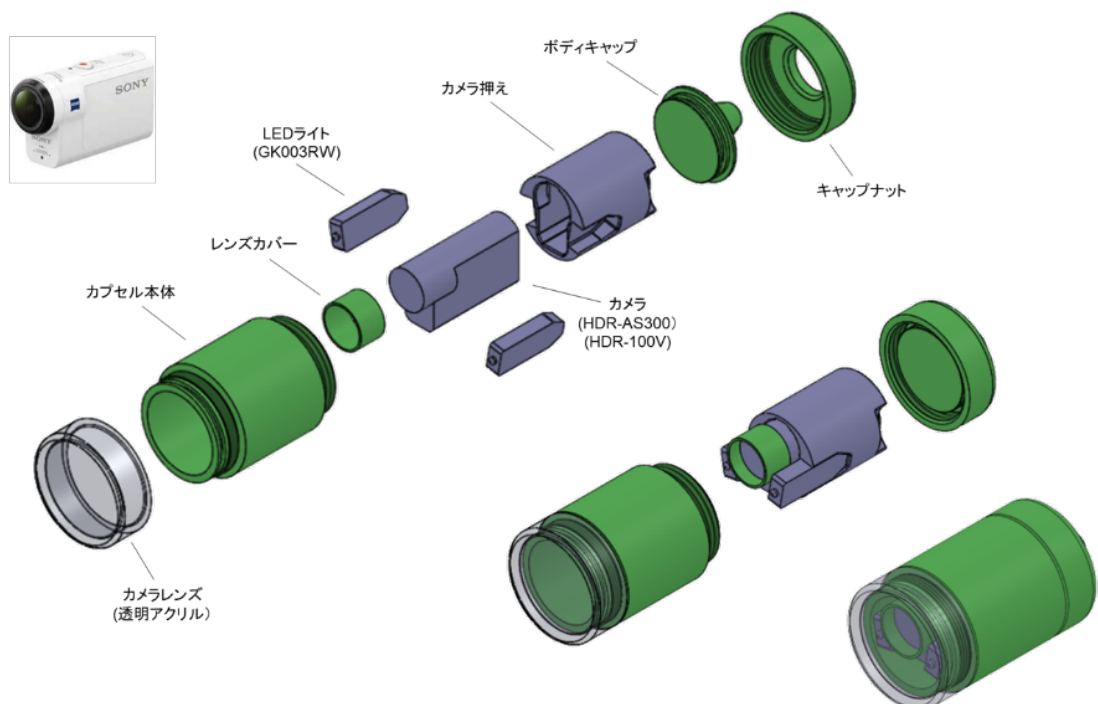


図 46 選定したアクションカメラと光源専用のカメラカプセル

また、一般的な農業用水の濁度に調整した水の中で、初期の漏水事故のき裂が撮影可能であるか検証するために、ナイロン製粒子（直径 4.1 マイクロメートル、密度 1.02g/cc）によって濁度(ppm)を調整して、初期漏水時における一般的な長さのき裂を撮影した。その結果、農業用水の一般的な濁度である濁度 10 以下であれば、初期漏水時のき裂を検知することが可能であることを確認した。

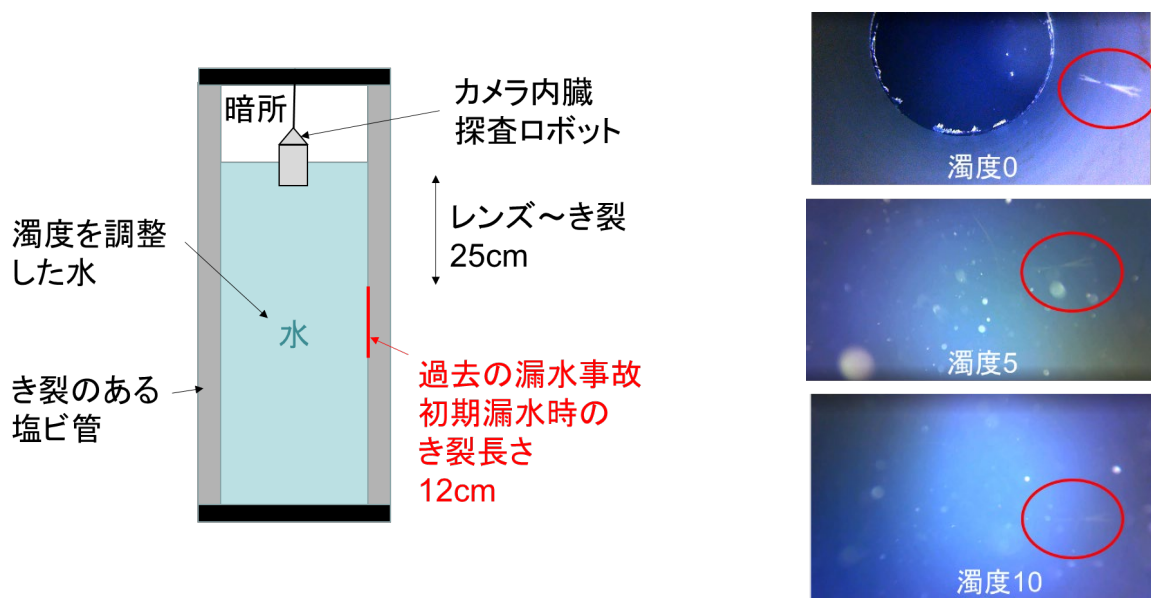


図 47 探査ロボットのき裂検出性能の検証試験（左図）と撮影画像（右図）

3) 漏水事故を引き起こす水理現象の対策手法の開発

a) 減圧弁のパイロット弁の自動洗浄装置による疲労破壊対策技術

減圧弁のパイロット弁の自動洗浄装置が正常に動作していることを確認した。また、ディスクフィルターとパイロット弁の内部の部品であるプランジャの洗浄効果が持続していることも確認した。実証試験で効果が不明であったプランジャは、スケールが除去されていることを 10 月に確認した。また、問題点として挙げられていた自動化の方法については、Arduino で自動弁を制御して、洗浄液の注入を自動で行える仕組みを構築し、正常に動作していることを確認した。さらに、これらの配管をより整理して減圧弁の制御系をコンパクトにした（図 48）。

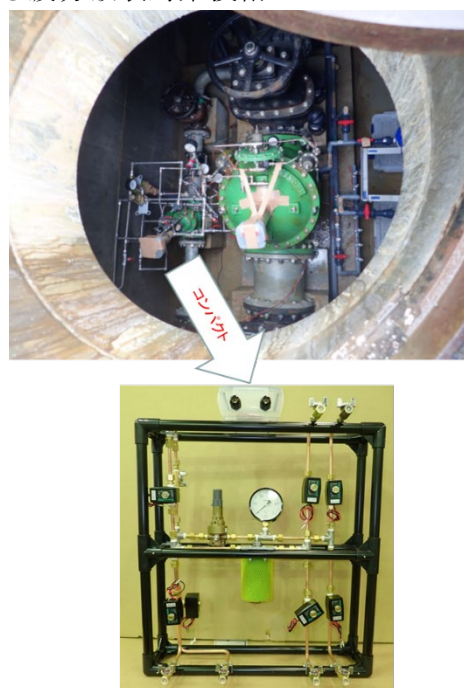


図 48 据え置き型のパイロット弁自動洗浄装置