

機能診断クラウドシステムの利用報告

株式会社ルーラルエンジニア ○山 田 哲

〃 舟 田 洋 史

〃 谷 口 博 喜

〃 佐 藤 航 平

1. はじめに

北海道インフラ長寿命化計画（行動計画）に基づく個別施設計画は、平成 32 年度までに策定する必要がある。他方、維持管理団体である土地改良区は、合併や熟練職員の退職等から体制が脆弱化する中、日常管理に加えて機能診断を実施する必要が生じており、調査業務を効率的に支援する仕組みが望まれている。そこで、クラウド上に機能診断システムを構築することで、定点データの継続監視・診断などを行えるシステムを開発した。本報では、システムの概要と現場での適応性について報告する。

2. 維持管理団体が直面している現状の課題

土地改良区は、組合員である農家の賦課金により運営されているが、主力の米の生産者価格の低迷等により組合員の経営環境が厳しいことから、平成 2 年には道内に 130 区あった土地改良区は合併により平成 28 年では 73 区までに減少し、職員数も平成 2 年の 809 人から平成 28 年には 597 人に減少するなど各土地改良区の努力のもとに、組織運営の合理化を進めてきた。

しかし、社会情勢の変化から、土地改良区を巡る周辺環境が変化し新たな課題が浮き彫りとなっている。

① 土地改良法の改正

- ・人材の確保（准組合員資格の創設）
- ・複式簿記の導入等

② 施設管理

- ・気象災害等の突発的な対応
- ・施設の長寿命化に対応する技術者の不足

③ 熟練技術者が定年等による退職

- ・地域の施設建設当時の経緯や補修履歴等の貴重な情報が喪失
- ・地域のコーディネーター役が不在

このように、新たな業務の増加や技術力の低下から、組織の脆弱化が危惧されており、これらをサポートするシステムづくりが必要である。

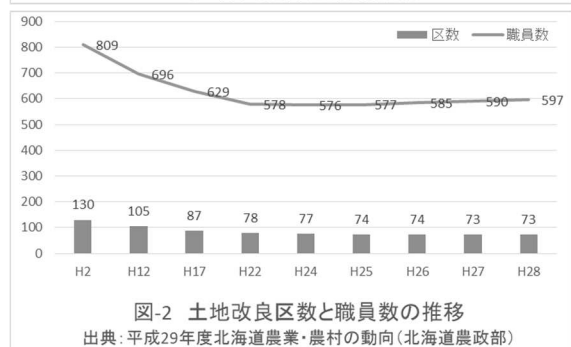
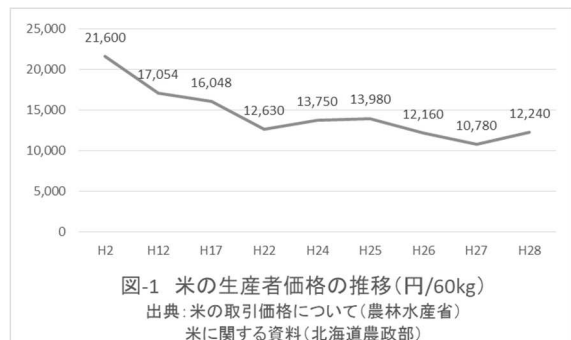


表-1 土地改良区の管理施設(28年度末:北海道農政部)

(単位:か所、km)

施設名	貯水池	頭首工	揚・排水機	用水路	排水路	農道
施設数・延長	339	836	2,273	17,946	8,483	4,805

3. クラウドを活用した機能診断システムについて

3.1. 開発の目的

本システムは、機能診断の作業効率を大幅に改善することを目的として開発した。具体的には、①野帳・カメラに替えてタブレット持参で現場行くことを可能とし、②調査結果はクラウドシステム上で蓄積・整理し、③調査後の機能診断評価もシステムにて所定の帳票に自動生成が可能である。

また、タブレット GPS の現在位置情報を定点位置として正確に登録でき、調査データは定点を画面上でタップし、画面上から直接入力することで位置情報付きで保存可能である。更に、診断評価は現地で即座に画面表示でき、調査内容の妥当性を調査員が現地で確認できる。この結果、全データは定点位置情報とともにクラウド上で登録・管理され、次回機能診断時には、現地で前回診断調査結果を同一地点で再現し、前回評価を時点更新することで、施設の継続監視が可能となる。

なお、開発にあたっては、鉄筋コンクリート構造物（開水路）を対象として、農林水産省が策定した「農業水利施設の機能保全の手引き」「開水路」（平成28年8月）および同手引き参考資料編に基づいて、必要な調査項目の入力・保存、機能診断調査に係る記録様式および施設状態評価表の自動生成機能を構築することとした。

3.2. クラウドの概要

インターネット上に構築したクラウドサーバー上に全ての機能診断情報をアップロードし一元化と共有化することで情報の散逸を防ぎ、機能診断業務を定期・継続的に実施することができる。また、利用者は複数のデバイスから同時アクセスが可能で、現地調査員と事務所内の有識者とで同時に評価するなどより適切な診断が可能となる。

サーバークライアント間の情報通信は、インターネット上でデータを暗号化して送受信できる SSL プロトコルを使用して、情報漏洩に万全を期している。

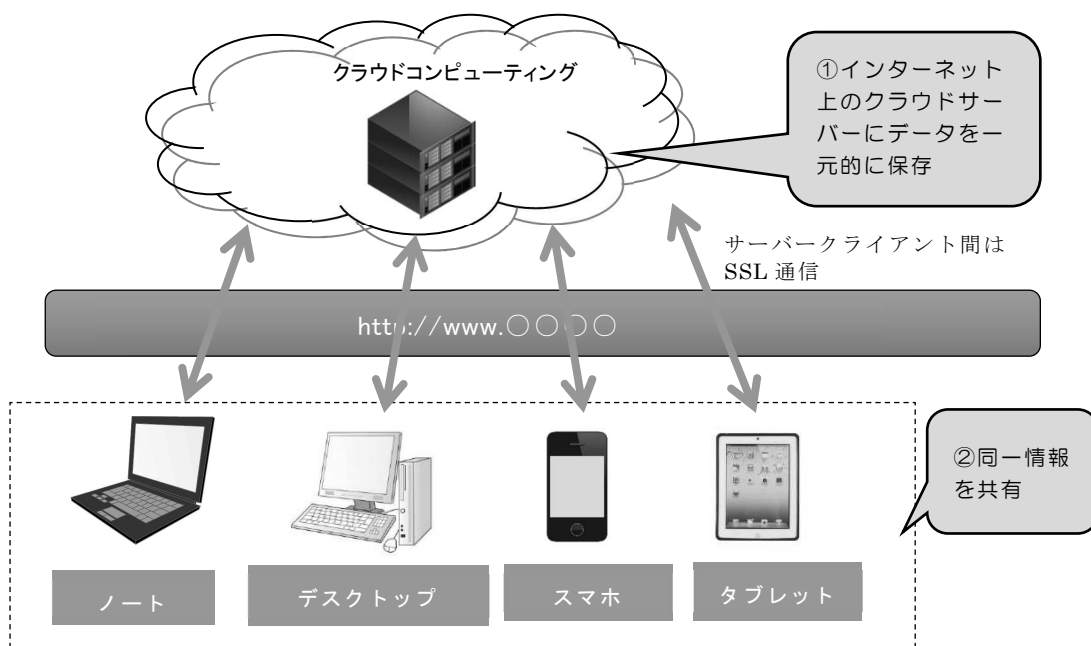


図-3 概念図

3.3. クラウドのシステム構成

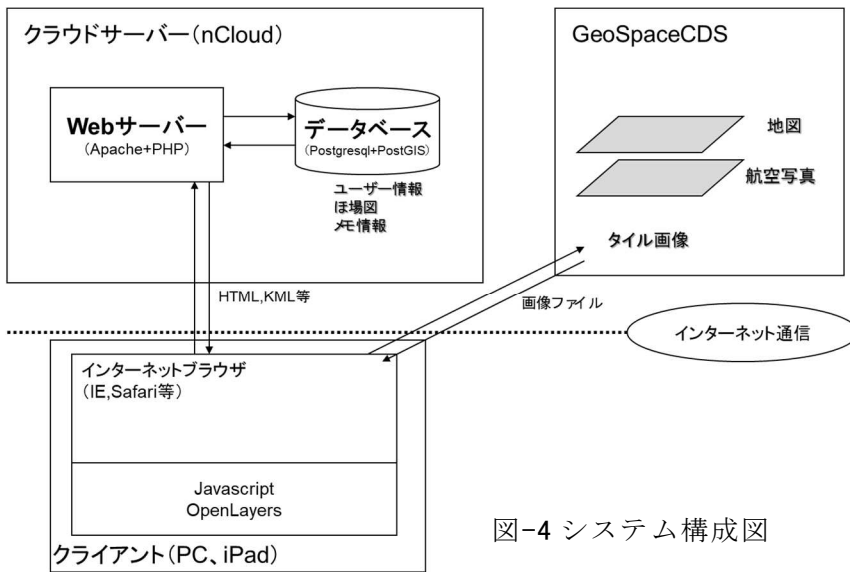


図-4 システム構成図

クラウドサーバー上で稼動するソフトは、広く一般的に利用されている Apache (アパッチ) ※1 および PHP ※2 を用いた。

次に、診断データを保存するためのデータベースでは、オープンソースのデータベースとしてよく利用される PostgreSQL ※3 を、地図情報を扱う GIS エンジンには、PostGIS ※4 を用いた。

また、クライアント側の

システムは、Javascript ※5 および OpenLayers ※6 を用いて開発した。次に、使用する地図、航空写真は、インターネット経由で GeoSpaceCDS ※7 から表示画面分のタイル画像を入手しクライアント側で表示・展開させ、システムの応答性能を向上させた。

※1：1995年にApacheソフトウェア財団によって開発されたオープンソースのWebサーバソフトウェアである。

※2："The PHP Group"によってコミュニティベースで開発されたオープンソースの汎用プログラミング言語で、サーバー側にてクライアント側のリクエストに応じて動作するソフトウェアである。

※3：オープンソースのオブジェクト関係データベース管理システム (ORDBMS) である。

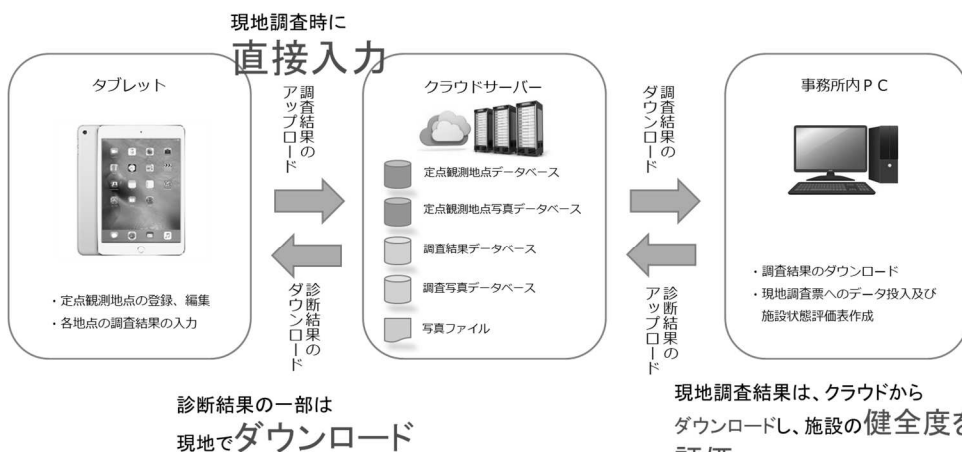
※4：オブジェクトRDBであるPostgreSQLの拡張で、GIS(地理情報システム)オブジェクトを格納できる。

※5：クライアント側のアプリ開発で使用されるプログラミング言語のひとつである。

※6：クライアント側で地図データを表示する、JavaScriptで組まれたオープンソースライブラリである。

※7：NTT空間情報が作成したGEOSPACE電子地図および航空写真・衛星画像をクラウド環境で利用できる、インターネット配信サービスである。

3.4. 機能診断システムの概要



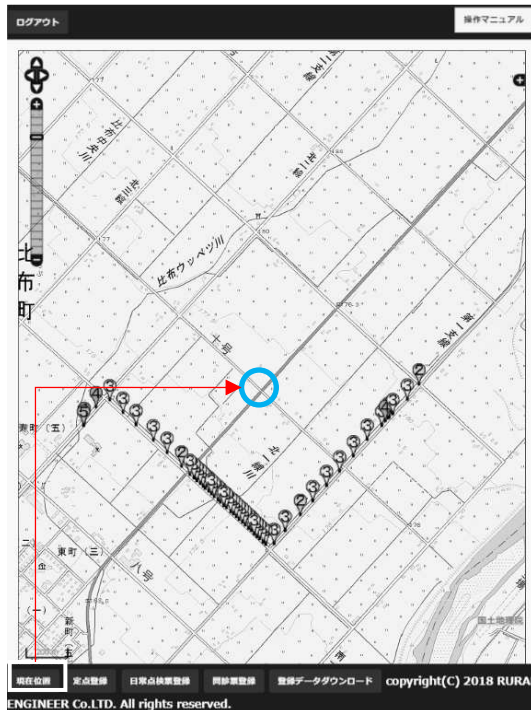
機能診断システムはクラウドサーバーを経由して利用する形態となっており、次の二つのシステムから構成されている。まず、第1に現地タブレットでは、① 定点観測地点登録・編集機能と② 現地診断調査入力

機能を有している。第2に事務所PC側では、③ 現地調査票作成機能④ 診断調査写真のダウンロード機能を構築した。なお、機能診断の健全度評価機能は、即座に現地確認できるようクラウドサーバー上で処理することとした。

3.5. 機能診断システムの機能説明

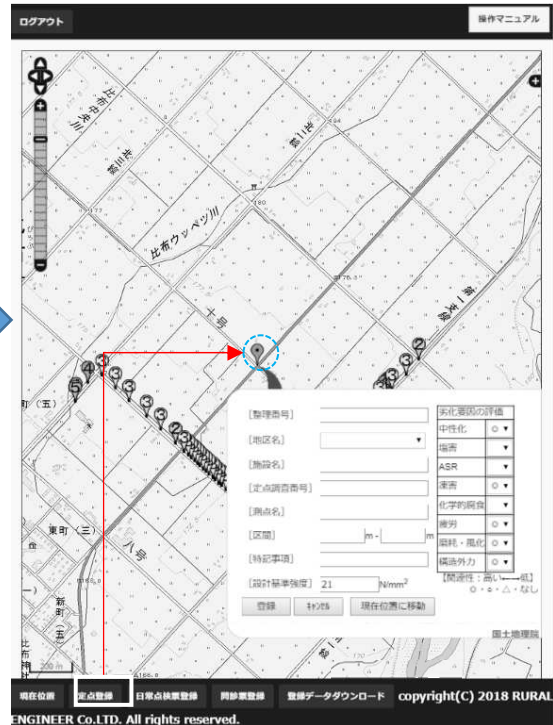
3.5.1. 定点位置の記録

① 「現在位置」ボタンをタップすると、タブレットのGPS機能を利用し、現在位置「○」を取得する。



画面-1 現在位置表示

② 次に、「定点登録」ボタンをタップし、現在位置に定点「●」を登録する。



画面-2 定点登録

3.5.2. 写真撮影・登録機能

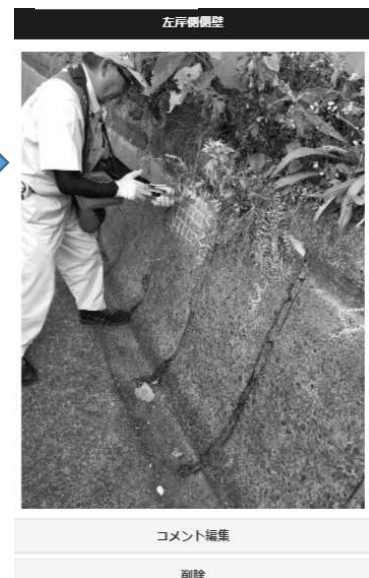
① 「カメラ」ボタンをタップするとタブレットカメラが起動し、現場写真を位置。



画面-3 写真撮影・登録機能

② 「サムネイル」ボタンをタップすると撮影した写真一覧を表示。
③ サムネイルをタップすると拡大写真を表示。

拡大写真



3.5.3. 時点更新機能

①「追加」ボタンをタップすると当日の日付で前回の診断データを全てコピー。



画面-4 データ追加

②日付を切り替えて前回の診断データを見直し。
③同一地点で継続監視できる。



画面-5 データ切り替え

3.5.4. 機能診断結果の表示機能

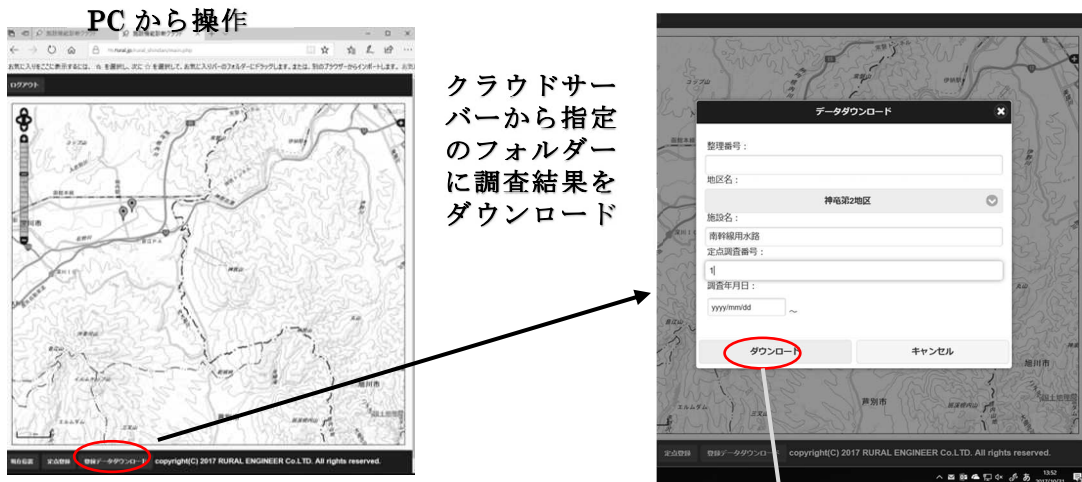
①「評価」ボタンをタップするとクラウドサーバーから評価結果をダウンロードし表示。

②「内部要因評価」ボタンをタップすると詳細評価を表示。

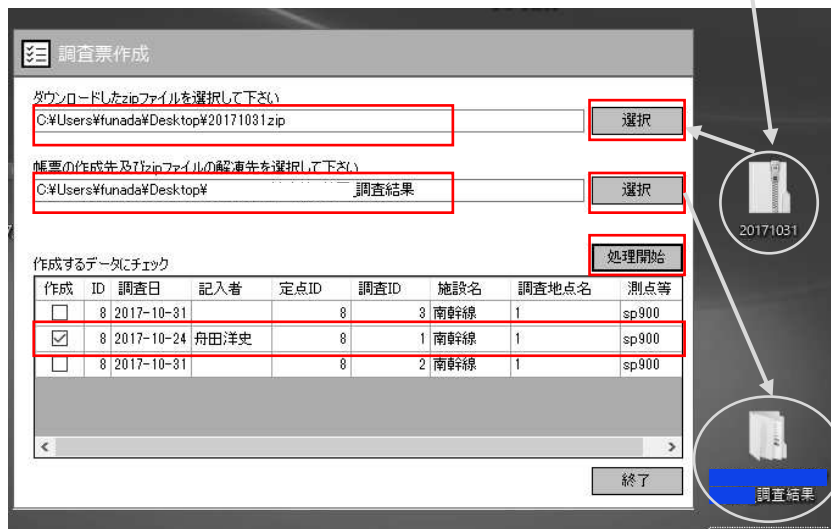


画面-6 評価表示

3.5.5. 調査結果の一括ダウンロード



画面-7 調査結果ダウンロード



フォルダーを開くと調査時に撮影した①調査写真と②現地調査票および③施設状態評価表を一括してダウンロードする。

3.5.6. 調査写真の一括表示機能

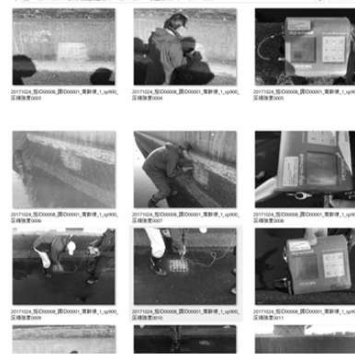
撮影した写真は、撮影日付、施設名、測点名、調査項目名に連番で整理番号を付与して、JPG ファイル形式で定点単位で保存されるため、効率的に写真整理できる。

システム側でファイル名付与

名前	日付時刻	種類	サイズ	タグ
20171024_施設ID00008_調査ID00001_南幹線_1_sp900_その他0001	2017/10/31 11:20	JPG ファイル	155 KB	
20171024_施設ID00008_調査ID00001_南幹線_1_sp900_Dひび割れ0001	2017/10/31 11:20	JPG ファイル	116 KB	
20171024_施設ID00008_調査ID00001_南幹線_1_sp900_00_ひび割れ0002	2017/10/31 11:20	JPG ファイル	134 KB	
20171024_施設ID00008_調査ID00001_南幹線_1_sp900_Dひび割れ0003	2017/10/31 11:20	JPG ファイル	113 KB	
20171024_施設ID00008_調査ID00001_南幹線_1_sp900_圧縮強度0001	2017/10/31 11:20	JPG ファイル	338 KB	
20171024_施設ID00008_調査ID00001_南幹線_1_sp900_圧縮強度0002	2017/10/31 11:20	JPG ファイル	126 KB	
20171024_施設ID00008_調査ID00001_南幹線_1_sp900_圧縮強度0003	2017/10/31 11:20	JPG ファイル	158 KB	
20171024_施設ID00008_調査ID00001_南幹線_1_sp900_圧縮強度0004	2017/10/31 11:20	JPG ファイル	135 KB	
20171024_施設ID00008_調査ID00001_南幹線_1_sp900_圧縮強度0005	2017/10/31 11:20	JPG ファイル	124 KB	
20171024_施設ID00008_調査ID00001_南幹線_1_sp900_圧縮強度0006	2017/10/31 11:20	JPG ファイル	122 KB	
20171024_施設ID00008_調査ID00001_南幹線_1_sp900_圧縮強度0007	2017/10/31 11:20	JPG ファイル	130 KB	
20171024_施設ID00008_調査ID00001_南幹線_1_sp900_圧縮強度0008	2017/10/31 11:20	JPG ファイル	84 KB	
20171024_施設ID00008_調査ID00001_南幹線_1_sp900_圧縮強度0009	2017/10/31 11:20	JPG ファイル	124 KB	
20171024_施設ID00008_調査ID00001_南幹線_1_sp900_圧縮強度0010	2017/10/31 11:20	JPG ファイル	120 KB	

日付_施設名_測点名_調査名_整理番号

一括ダウンロード写真の閲覧



画面-8 調査写真一括表示

4. 機能診断システムの利用報告

4.1. 利用地区概要

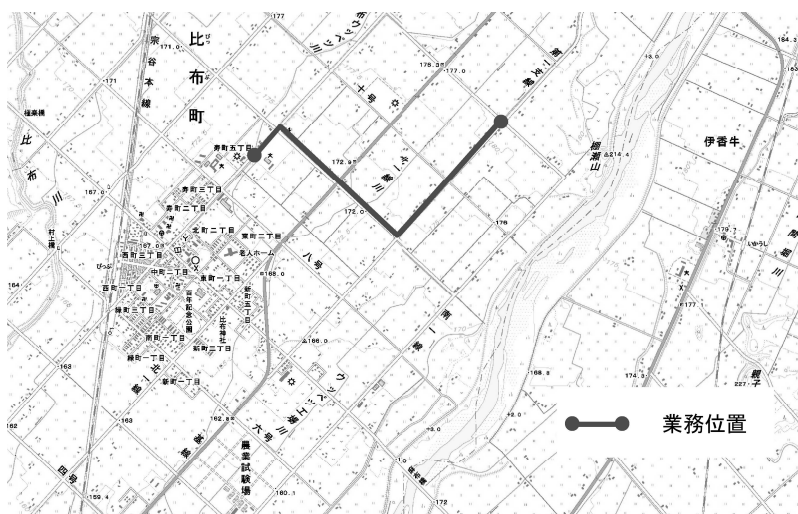


図-5 位置図

現在、機能診断システムを利用して調査中の用水路は、左図にしめすとおり、比布町市街地の北に位置する比布第1支線用水路である。機能診断システムを利用した試験調査は、9月下旬より着手して、現在も継続中である。

なお、この用水路の施設概要は以下のとおりである。

比布第1支線用水路（道管かんがい排水事業比布地区 S37～S44）

施設延長：L=2,410m、構造：L型ブロック装工、HP管

最大通水量：Q=2.806m³/s、かんがい面積：566ha

調査・診断対象延長：L=2,389m（国道横断構造物は対象外）

4.2. 調査項目

地区全体の機能診断調査項目は、次のとおりである。

- | | |
|-------------------|-------------------------------|
| ①現地踏査 L=2.39km | （線的構造物） |
| ②近接目視 1式 | （線的構造物 A=983 m ² ） |
| ③コンクリート強度調査 80測点 | （推定調査） |
| ④鉄筋探査 28箇所 | |
| ⑤はつり部鉄筋調査 28箇所 | （コンクリートはつり作業及びはつり部埋戻しを含む） |
| ⑥中性化試験 28箇所 | （はつり部） |
| ⑦中性化深さ調査 80箇所 | （ドリル法） |
| ⑧コンクリート供試体採取 28箇所 | （φ100mm、供試体採取部埋戻し含む） |
| ⑨除塵施設機能診断 1式 | （概略診断） |

今回の調査では、上記のうち①②③⑥⑦の項目について、機能診断システムを用いて調査・診断中である。

4.3. 利用結果

4.3.1. 調査状況

以下の航空写真上に、比布第1支線用水路にて実証試験中の定点位置とその機能診断結果（速報値）を示す。開水路区間は100mピッチ（全25箇所）、開水路上に蓋を設置した区間では20mピッチ（全26箇所）で合計51箇所の定点を設置し、機能診断を実施している。

ピンの色と数字は凡例に示す通り、S-1（赤）、S-2（オレンジ）、S-3（黄色）、S-4（緑）、S-5（水色）の診断結果を表示しており、全て現地調査中にタブレット上で確認することができる。速報値ではあるが、調査対象路線の健全度評価を定点ごとにシンボル化して見ることが可能となった。




画面-9 調査結果

4.3.2. 利用効果

本システムを利用することで、以下の効果が期待できる。

表-4 利用効果一覧

効果項目	具体的な効果	備考
調査進捗管理	現地調査で定点をタブレット上に作成した際、タイムスタンプ情報を持ったピンマークが表示されるため、現地調査の進捗状況をリアルタイムで事務所内から確認することができる。	
情報管理の一元化・共有化	タブレット上でタップ入力した調査データは、全てインターネット経由でクラウドサーバー上に地区単位で一元管理されており、複数の関係者が同時に情報共有化できる。	
継続監視	クラウドを活用した一巡目の機能診断実施地区では、診断結果が位置情報付きでクラウド上に登録保存されているため、二巡目以降では現地に於いて一巡目のデータを現地確認し、前回調査内容を時点更新することで、継続的に機能診断を実施することが可能である。	
診断評価	現地タブレット上で機能診断情報を共有することができるため、複数の調査員が同時に調査している場合、現地タブレット上で地区全体の調査・診断結果を迅速に確認でき、対象施設の健全度を俯瞰的に評価できる。	
的確性	現地情報は、写真を含めて即座にクラウドサーバー上に蓄積されているため、現地で判定の難しい劣化状況がある場合は、ネット経由で事務所内の有識者に診断評価の判断を求めることができ、診断業務の的確性が大幅に向上する。	
効率性	調査写真、現地調査票および施設状態評価表は、自動生成が可能で、調査成果作成が非常に効率的となる。	
個別施設計画	管理団体で作成中の個別施設計画を策定する際の基礎データを効率的に蓄積できる。	
日常点検	 <p>日常点検記録をクラウド上に位置情報付きで保存することができ、日ごろから維持管理を担っている土地改良区の管理記録システムとして期待できる。</p>	

5. 利用上の課題・今後の展開方向

利用にあたっての課題と今後の展開方向について以下に整理した。

表-5 課題一覧

項目	具体的な課題・普及展開方向など	備考
通信状態	<p>今回の動作確認で使用した機材は iPad (iOS 12.0.1)、通信回線は、OCN モバイル LTE (最大通信速度 262.5Mbps) を利用した。比布第 1 支線は、LTE モードエリアにあり良好にデータ通信が可能で、写真などをアップロードする際にも調査に支障をきたすことは無かった。</p> <p>しかし、稀にアップロード中に通信が途切れる場合があった。通信が途切れた定点を移動する際には、記録したデータの再確認が必要である。</p> <p>また、中山間地域など利用地域によっては通信状態が悪く 3G モードなる場合、アップロードに時間を要し、使い勝手が低下した。</p>	
バッテリー	<p>調査中、概ね 6 時間から 7 時間で iPad のバッテリー残量が残り 10%以下となった。このため、現場で充電できる携帯用バッテリーは必須となる。</p>	
位置情報	<div data-bbox="400 1055 751 1547"> </div> <p>位置情報は iPad で利用している GPS 精度に依存しているため、実際に現地で現在位置を画面表示して定点を設定すると数メートルの誤差もって登録される場合がある。このため、位置情報に相違がある場合は、「定点位置の移動」ボタンをタップし、タブレット上の正しい場所をタップし定点を移動可能としている。今後は、位置情報の精度が飛躍的に向上すると言われる衛星システム「みちびき」の信号に対応したタブレットの導入が期待できる。</p>	
管水路対応	<p>現在は、開水路の診断業務に対応しているが、今後は管水路に対応した機能診断システムの開発を検討する予定である。</p>	

6. おわりに

本報告を公表するにあたっては、神竜土地改良区、富良野土地改良区、由仁土地改良区、大雪土地改良区の管理施設をお借りしてシステムの動作確認を行った。

大変多忙な中、ご協力いただいた各土地改良区には、記して謝意を表すものである。