

## (1) モバイル地理情報システムアプリケーション

3つの技術的課題の成果については以下の項目に示す。

技術的課題	成果の対応項目
位置情報の補正技術	(1) 2) 写真の追加または関連付け (位置情報の調整) (1) 8) 位置情報の補正
オンサイトにおけるメモ・図形描画機能、写真撮影機能、およびそれらのデータベース化	(1) 2) 写真の追加または関連付け (写真の撮影) (1) 4) 地図メモ (1) 6) ②関連画像ファイルの表示と画像メモの管理・描画 (画像メモ)
情報のAR (拡張現実) 化	(1) 7) AR 画面

### 1) GIS 地図画面

GIS 地図画面は地図表示部分とツールバーから構成される。地図の左下にはスケールバーが表示され、地図の右上には方位マークが表示される。方位マーク内にはセンサから取得された北の方向を示す赤の三角形が表示される。位置情報サービスが有効な場合は、GIS 地図画面上に現在の位置とデバイスが向いている方向を示すマークが表示される。

GIS 地図内でドラッグ操作をすることで、指の動きに合わせて地図を上下左右に移動させることができる。また、2本指でピンチ操作をすることで地図を拡大または縮小することができる。2本指で回転操作をすることで地図の回転を行うことができる。



図 2.1-1 地図の移動、拡大/縮小、回転

地物などの図形オブジェクトはタップすることで選択され、その図形を示す吹き出しが表示される。その位置にあるオブジェクトのうち、最も前面にあるものが選択される。吹き出しの左側のボタンをタップすると、下にあるオブジェクトが順に選択される。右側のボタンで、そのオブジェクトに関連付けられている属性データのリスト、または関連付けられている画像が表示される。

ツールバーにあるツールボタンをタップすることで、カテゴリ分けされたそれぞれのツールを実行する。

### 2) 写真の追加または関連付け

カメラで写真を撮影し、地図にそのアイコンを追加したり、選択された既存の図形オブジェクトに関連付けることができる。また、写真を撮影して追加するのではなく、iPhone や iPad に保存されているライブラリから既存の写真を選択することもできる。

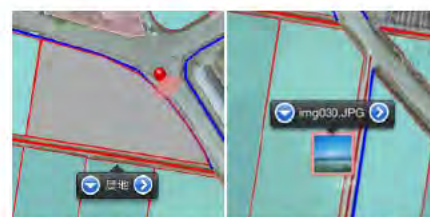


図 2.1-2 オブジェクトの選択 (左: 図形、右: 画像アイコン)



図 2.1-3 ツールバーとパネルの例

写真をアイコンで追加する場合は、シャッターボタンをタップして写真が撮影されたり、ライブラリから写真が選択されると、写真の位置情報の調整画面になる。取消ボタンで写真撮影をキャンセル、保存ボタンで写真が地図にアイコンとして追加される。

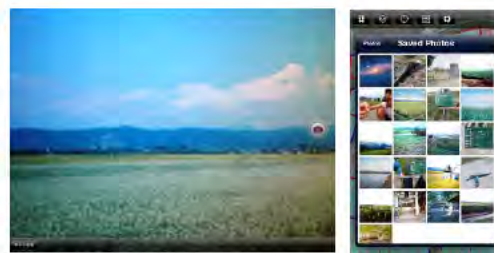


図 2.1-4 カメラ撮影画面とライブラリからの写真選択

### 3) 写真検索

選択されている図形オブジェクトと同じレイヤの中で、写真が関連付けられているオブジェクトを検索するには、データツールから「同レイヤ写真検索」を選択する。同レイヤにあるオブジェクトが走査され、写真が関連付けられている図形オブジェクトがハイライト表示される。



### 4) 地図メモ

#### ① 地図メモの管理

地図上にメモを描画して追加したり、既存の地図メモを削除したりするための地図メモの管理画面がある。レイヤツールで地図メモレイヤが設定されている必要がある。地図に表示されている既存の地図メモをロングタッチすることで、その地図メモが選択され、メモを示す吹き出しが表示される。



#### ② 地図メモの描画

地図メモの描画は5つのツールが用意されている。

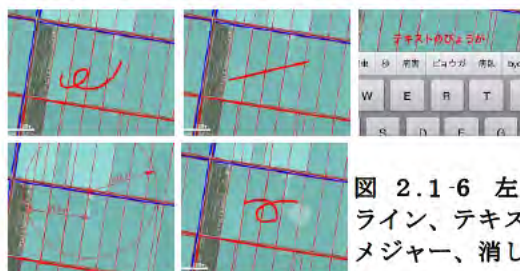


図 2.1-6 左上からペン、ライン、テキスト、メジャー、消しゴムの各ツール



図 2.1-5 地図メモの描画操作 (指での描画も可能)

### 5) 距離計測

地図上で2点間の距離を計測することができる。計測のタイプは2つあり、距離タイプは地図上のタッチ位置とドラッグ位置間の寸法線と距離が表示され、半径タイプは地図上のタッチ位置を中心としてドラッグした位置を半径とした円とその間の寸法線と距離が表示される。地図メモレイヤが設定されていれば、表示されている計測結果を地図メモとして保存することが可能である。

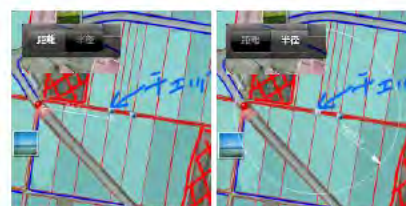


図 2.1-7 距離計測 (左: 距離タイプ表示、右: 半径タイプ表示)

## 6) 関連データの表示と編集

### ① 属性データの表示と編集

マップで図形オブジェクトを選択し、表示された吹き出しの右側矢印ボタンをタップすると、そのオブジェクトが画像アイコンではない場合は、オブジェクトに関連付けられている属性データのリストが表示される。

リストにて、通常の属性データを示すテーブルをタップすると、保存されているその属性データが表示される。上部のタイトルはテーブル名である。表示された属性データの各フィールドをタップすると、そのフィールドの編集モードになる。属性データの編集は、ソフトウェアキーボードで入力する。

編集モードでないときは、属性データの複製および新規属性データの関連付けが可能である。また、その属性データがモバイルアプリケーションで新たに作成されたもので、かつサーバのデータベースと同期されていない場合は、削除が可能である。

### ② 関連画像ファイルの表示と画像メモの管理・描画

マップで画像アイコンオブジェクトを選択し、表示された吹き出しの右側の右向き矢印ボタンをタップすると、オブジェクトに関連付けられている画像が表示される。また、画像アイコン以外のオブジェクトから表示される属性データのリストにて、関連付けられている画像ファイルを選択することでも、その画像が表示される。

関連画像の表示画面は、画像メモの管理画面を兼ねている。画像上に表示されている既存の画像メモをロングタッチすることで、その画像メモが選択され、メモを示す吹き出しが表示される。画像メモの描画には4つのツールが用意されている。メジャーツールがないことを除き地図メモと同様である。

### ③ 関連文書ファイルの表示

属性データのリストにて、関連付けられている文書ファイルを選択すると、その文書をプレビューすることができる。ただし、iWork、Office (Word、Excel、Power Point)、PDF、CSV、テキストファイル等、iPad や iPhone でプレビューが可能な形式に限る。iOS の仕様上、編集や保存をすることはできない。その他の文書ファイルは、ファイルの属性が通常の属性データとして表示される。



図 2.1-8 属性データテーブルの表示

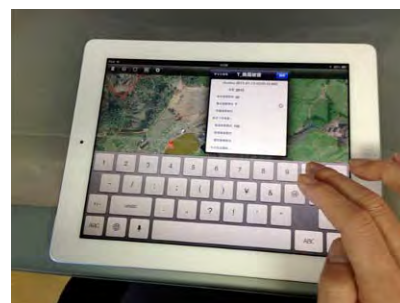


図 2.1-9 属性データの編集



図 2.1-10 関連画像ファイル表示



図 2.1-11 画像メモの選択



図 2.1-12 関連文書ファイル表示

## 7) AR 画面

GIS 地図画面の表示ツールから「AR を開始」を選択すると、AR モードになり AR 画面が表示される。ただし位置情報サービスが有効になっていることが必要である。AR 画面は、AR の表示部分とツールバーから構成される。

AR の表示部分は、カメラで写されている画像の上に、その時の位置情報とデバイスの姿勢情報から計算された角度で、設定された相対高さの平面上にデータが表示される。画像アイコンは、その平面から 1.5m の高さの位置に表示され、近くのものほど大きく表示される。

AR は、カメラで見えている範囲のデータを表示するという原理上、その操作は基本的にはデバイスの姿勢（位置と角度）に依存する。タッチ操作によって移動したり拡大縮小したりすることはない。ただしデータが表示される相対的な高さはリアルタイムに変更することが可能である。変更操作中は画面右下に相対高さの数値が表示される。

AR 表示部分内の選択可能な地物などの図形オブジェクトをタップすると、そのオブジェクトが選択され、その図形を示す吹き出しが表示される。オブジェクトが選択されると、画面はロックされる。吹き出しやツールバーのボタンの操作と動作については、GIS 地図画面のものと同等である。

## 8) 位置情報の補正

位置情報の補正を自動補正にすると、使用しているデータベースに保存されている補正参照データから現在位置における補正值を計算して、位置情報が補正され使用される。補正参照データは、写真を撮影して画像アイコンとして追加する際にアイコンの位置を決定して保存するときに追加できる。また、位置情報補正参照データの管理モードでも追加することができる。

補正参照データに近い場所ほど、その参照データの補正值に近い値になり、どの場所でも最高 3 つの参照データから補間計算される。補正参照データは推定値であり、場所により、また時間により適正なデータであるという保証はないことに注意が必要である。



図 2.1-13 AR 画面



図 2.1-14 AR の操作



図 2.1-15  
ツールバーとパネルの例



図 2.1-16  
位置情報補正参照データ

## (2) データベース同期ツール

デスクトップ GIS (以下 VIMS とする) のデータベースと本事業で開発したモバイル GIS (以下 iVIMS とする) のデータベースは、同等な構造で構築されたが、PC 用は Microsoft SQL Server を、モバイル用は SQLite をその管理システムとして使用しており、これらの間を橋渡しするデータベース同期ツール「VIMS Sync Server」を開発した。このツールは、デスクトップ GIS のサーバ間での同期機能をも併せ持つ総合的な同期ツールとして開発し、本事業で開発したモバイル GIS との同期機能は、その機能の一つとして組み込んだ。

データベース同期ツールは、データベースサーバに接続されたデスクトップ PC 上で動作する。VIMS から iVIMS にデータを転送する場合は、Microsoft SQL Server から必要なデータを抽出し、SQLite データベースファイルに出力する。出力された SQLite ファイルおよび圧縮された関連ファイルフォルダは、PC と iPad または iPhone とをケーブルで接続してコピーする。この作業は基本的にはデータベースの指定と転送プロジェクトの選択のみであり、簡単な操作で行うことができる。ラスターファイルの変換や転送は処理時間がかかるが、変更がない限り最初の 1 回でよい。iVIMS で更新したデータベースを VIMS に戻すときは、ケーブル接続によって PC にコピーされた SQLite ファイルと関連ファイルフォルダを指定するだけである。iVIMS では編集履歴がデータベース内に保存されるので、変更部分のみデータベースサーバ内のデータが更新される。

### 1) 転送元・転送先データベースの指定

VIMS 側サーバ・サイトは、Microsoft SQL Server のサーバ、認証方法、認証方法が SQL Server 認証だった場合に必要なユーザー名とパスワード、同期したいサーバ内のデータベース、データベース外に保存されているデータのフォルダパスを指定し、接続ボタンを押すことでそのデータベースに接続される。iVIMS 側のデータベースはファイルベースの SQLite であるので、その SQLite ファイルを指定する。



図 2.1-17  
データベース指定

### 2) VIMS から iVIMS への転送

#### ① 転送プロジェクトの選択

転送プロジェクトの選択画面の上部には、先に選択されている転送元データベース名と、転送先 SQLite ファイル名が表示されている。ここでは転送対象プロジェクトを選択できる。画面下部には、転送元データベースに含まれるテーブルとレコード数の表が表示される。

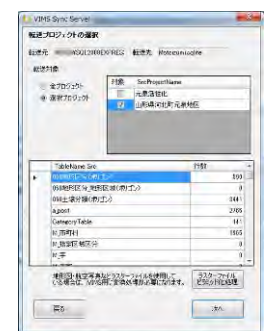


図 2.1-18  
転送プロジェクト選択

#### ② ラスターファイルピラミッド化処理

ラスターファイルの変換は、1 枚の巨大なラスターファイルから解像度が半分になっていく段階的サイズの画像を生成し、各段階の画像を一定の小さなサイズのセル画像に分割する処理となる。生成される多数の画像と、分割位置、サイズ等を記述したテキストファ

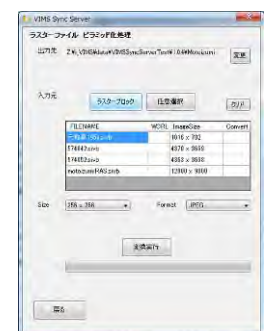


図 2.1-19  
ピラミッド化処理

イルは、1つのラスタファイルにつき1つのフォルダにまとめられ保存される。入力元は、データベース内に記述されているラスタブロックか、任意にTIFFやJPEG画像等から選択することができる。この処理は時間がかかる場合があるが、そのファイルに変更がなければ、最初に1回のみ変換してiVIMSに転送すれば、再度変換、転送する必要はない。

### ③ データ転送実行

データ転送実行ボタンを押すことで、データベースから必要なデータが抽出され、SQLite ファイルおよび関連ファイルへ保存する処理が開始される。VIMS でデータベース内に保存されていた関連ファイルデータについて、そのまま SQLite データベースに保存すると SQLite ファイルが巨大化してしまうため、関連ファイルは実体のファイルとして保存される。SQLite ファイルと同じ場所で、名称は SQLite ファイル名の拡張子を除いたフォルダの下に、データベースに記述された相対パスのファイルとして保存される。

### 3) iVIMS から VIMS への転送

iVIMS から VIMS への転送は、iPad や iPhone からコピーしてきた転送元となる SQLite ファイルと、関連ファイル等が保存されているフォルダを指定するのみである。データ転送実行ボタンを押すことで、SQLite データベース内の履歴情報から追加、更新のあったデータを抽出して、Microsoft SQL Server データベースに転送される。

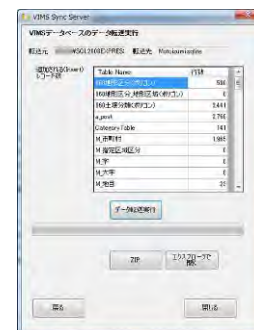


図 2.1-20  
VIMS→iVIMS 転送

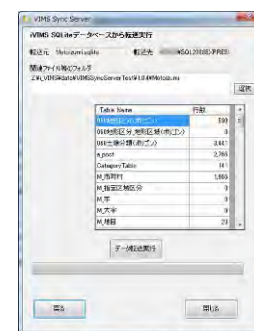


図 2.1-21  
iVIMS→VIMS 転送

## 2.2 目標の達成度

### (1) 成果から得られる効果

本研究開発内容のオンサイト情報システムとしての技術的課題である3つの課題、①位置情報の補正技術、②オンサイトにおけるメモ・図形描画機能、写真撮影機能、およびデータベース化、③情報のAR（拡張現実）化、これらは前述のとおり解決あるいは克服できおり、このモバイルGISは施設管理の現場におけるデータの収集・更新の省力化を実用的なレベルで実現しており、調査・点検データの均質性の保持という効果が期待される。本研究開発の成果は、既存データの確認やデータ収集を行う統合化されたツールとなり、従来紙媒体や機器など様々な道具を使用する必要があったものがひとつに統一される。このことにより作業時間の短縮または調査に必要な人員の削減につながり、現場での調査作業の省力化を図ることができる。

現場で行う作業としては、写真撮影、客観的な老朽化記述、誤りのないデータ収集が挙げられる。モバイル機器はそれのみで写真を撮影し記録できるが、GPSによって撮影場所、撮影方向を自動的に合わせて記録でき、かつAR技術を利用すれば形状や場所の確認が容易となるため、多量の写真データを事務所内で整理する場合の省力化になり、かつケアレスミス等を未然に防ぐことが可能となる。

データの統一化と均質性については、各局の必要十分なデータから末端の土地改良区等まで、および広域の調査区域全域において、仮に将来専門家や研究者により「農業水利施設

の機能保全の手引き」のような手引書等に収集するデータのフォーマットや手順などが規定されるようになると、そのフォーマットをモバイル GIS のデータベースのテーブルとして定義しておけば、例外データの発生を少なくすることができ、有効性とともにも均質性をも併せて持つ有用なデータ収集を行うことができる。

## (2) 従来技術との比較

### 1) 比較する従来技術

施設管理におけるデータの収集や更新について、従来は、PC 上で GIS を利用していたとしても、事務所内で現況データの確認および調査票等の作成を行い、地図、図面、調査票を印刷し、現場にてそれらを広げて調査を行いカメラにて写真を撮影し、事務所に戻って調査結果を整理したうえで、データベースへの入力を行うという手順を踏んでいた。すなわち、多様な作業内容と多大な時間が必要であり、また情報の統一性を維持するためには作業者の技術教育と増員が求められていた。

### 2) 従来技術に対する優位性

#### ① 経済性

本研究開発の成果を利用すれば、準備作業や整理作業の軽減化や、現場調査における煩雑性の解消になり、そのことによって調査期間の短縮または調査人員の削減になる。また、全てをこのアプリケーション上で行うことにより、調査作業への GIS 技術教育（データ入力・管理、システム運用）の負担軽減も期待でき、調査コストの低減につながる。

ただ、クライアント/サーバ型の GIS である VIMS が導入されていることが前提となるため、導入済みでない場合は、従来技術（紙媒体のみ）と比較すると、ソフトウェア導入、サーバ設置、地図の購入などの初期投資、サーバ管理等の運用経費は必要になる。

#### ② 工程

本研究開発の成果を利用すれば、事務所内ではデータの同期をし、現場ではモバイル端末のみでデータの閲覧と更新、写真撮影を行い、事務所に戻ってデータベースの同期および確認をするだけでよいため、工程が単純化される。

同期作業はサーバと接続されたクライアント PC 上で行い、ケーブルでモバイルデバイスと接続してのファイルコピー、および同期ツールを使っての簡単な変換操作で行うことができる。

#### ③ 品質

本研究開発の成果を利用すれば、調査作業者それぞれによる取得データのばらつきが最小限に抑えることができ、紙媒体にメモしてから転記する方法に比べて正確性などデータの品質が統一される。

#### ④ 安全性

従来は図面や書類など紙媒体の資料とカメラを現場に携帯していたものが、本研究開発の成果を利用すれば、そういった資料を持ち歩かずモバイル端末だけで済むため、フットワークが軽くなり、作業性や安全性の向上や、資料の毀損・紛失・散逸の危険性の低減につながる。

- ⑤ 施工性
- ⑥ 周辺環境への影響

(本研究開発はソフトウェア開発のため、特になし)

### 2.3 成果の利用に当たっての適用範囲・留意点

本研究開発の成果の適用範囲は、農業水利施設全般、特に地域住民によるきめ細かい農地・水保全管理によって長寿命化等を図る施設の管理を想定したが、フレキシブルなデータベース構造を実現しているため、地域特性や特定の自然災害に関するデータも考慮することが可能で、行政の各段階及び農地・水等の調査にも有用であり、またモバイルデバイスによる場所を選ばない迅速な情報収集と情報共有によって、災害時の緊急対応に寄与することができる。

本研究開発の成果を利用する場合、GPS 付の iPad または iPhone を導入し、成果のアプリケーションをインストールしなくてはならないが、事前または同時に、Windows PC で動作する GIS である VIMS が導入されていなくてはならない。VIMS はクライアント/サーバ型であるため、クライアント PC 以外にサーバの導入も必要であるが、デスクトップ側での運用がスタンドアロンで済む場合は、サーバとクライアントを兼ねた 1 台の PC で構成することも可能である。また、モバイルデバイス単独ではなく、PC 上で動作する GIS との連携を前提としているため、組織内のネットワークのセキュリティ対策によってモバイルデバイスが排除されない環境が必要となることが挙げられる。

地図等のデータに関しては、水土里情報のデータをはじめとした、shp 形式、tif+tfw/jpg+jgw 形式のオルソ画像、国土地理院の 1/25,000 地形図などを使用することが可能であるが、ユーザー側で用意する必要がある。使用可能な主な地図等のデータとしては次の通り。

データの種類	内容・入手方法等
オルソ航空写真 tif+tfw/jpg+jgw 形式	実証試験では、熊本県土地改良事業団体連合会よりご提供いただいた。水土里情報または県市町村で整備されているもの以外に、航空測量会社等で販売されているものも利用できる。
国土地理院 基盤地図情報 2500, 25000	国土地理院が提供している無料のベクトル地図データ。県・市町村単位でデータをダウンロードし、無料のツールで shp 形式に変換して利用する。
国土地理院 数値地図 25000 (画像)	国土地理院が販売しているラスターの地形図データ。1 次メッシュ単位で販売されている。
国土地理院 数値地図 50m メッシュ (標高)	国土地理院が販売している標高メッシュデータ。PC 版の VIMS では 3 次元表示に対応しているが、iOS 版の iVIMS では標高メッシュは無視されるので、無くても構わない。
工事図面等 DWG/DXF/P21 形式	平面図・測量図等の CAD データが、平面直角座標系に則っていれば、ベクトルのまま shp 形式またはラスターの tif+tfw 形式に (ArcGIS/SIS/その他のソフトウェアで) 変換して利用する。
紙図面等 TIFF/PDF/その他形式	スキャンした紙図面等の画像データの場合は、TIFF 形式に変換して、VIMS 上で貼り付け・位置合わせを行うことで利用できる。
筆情報等 shp 形式	今回の実証試験では扱っていないが、水土里情報の筆情報をはじめ shp 形式となっているものは利用できる。



### 3 普及活動計画

#### 3.1 想定される利用者

国営事業所、自治体、各種農業団体、農業法人、農業従事者。

#### 3.2 利用者への普及啓発等の方法

研修会、ワークショップ、展示会、ホームページ、パンフレット、DM、機関誌、学会等。一般的に理解が容易なパンフレットやカタログを配布し、農業情報システムのモバイルアプリケーションとして必要十分な機能を持ち、かつ操作が容易なシステムであることを利用者に理解していただき、また、実際の現場でのデモンストレーションを通じてシステムの有効性および必要性を認識していただく。

日常的に利用することで、本システムが施設管理のみならず、災害時にも有用な連絡・記録ツールとなることも重要な要素として理解していただく。専門性の高い利用者には、現地調査の様々な場面で有効に作用するツールとして、活用方法も含め提案していく。

また、公式のアプリストア（App Store）での一般への配布を視野に入れ、誰もが使えるシステムとして普及を目指したい。将来は多言語対応も、ニーズを検討の上、対応したいと考える。

#### 3.3 利用者に対するサポート体制、参考資料等

講習会、実地研修、アプリケーションマニュアル、啓発資料、メール及び電話サポート。

ソフトウェアの操作を説明したアプリケーション操作マニュアルを用意している（補足資料参照）。個別地区での導入時には、実地研修を含む講習会を開催して一通りの操作を習得していただく機会を設ける（有償を予定）。本研究開発の成果を利用する条件となっている PC で動作する GIS ソフトウェアおよびサーバの導入に関しても、同様のサポート（マニュアル、講習会等）が用意されている。航空写真や地形図等の基本図のセットアップや、情報を入力するためのデータベーステーブルやアプリケーションでのレイヤのセットアップ等も、必要であれば有償にて行う。また、保守契約を結んで、メール及び電話によるサポートを適宜継続的に行う体制を取る。

#### 3.4 特許・実用新案等の申請予定

##### (1) 申請者予定者

申請予定なし

##### (2) 申請予定時期

申請予定なし

## 4 研究総括者による自己評価

項目	自己評価	自己評価の理由
研究計画の効率性・妥当性	A	実用型システムを使用して、九州農政局玉名横島海岸保全事業所において、実証試験が実施された。動作性能、効果と運用の可能性が十分に検討され、計画は効率的に実施されている。
目標の達成度	B	本年度の目標は、実際の利用者に実用試験をしてもらい、利用上の問題点を抽出し、本システムが導入された際に考えられるメリット、取り扱う情報の具体的な種類や数量・範囲・更新の頻度等を反映したシステムの最適設計である。内容については十分に整理され、モバイルGISが具備すべき基本機能について網羅されているが、AR機能の位置補正の精度については、現在のGPS技術の精度の問題も含めて運用上の課題がある。
研究成果の普及可能性	A	iPadのハード的限界まで機能を引き出しており、モバイル機能については十分であると判断する。プログラムの完成度が高く、普及可能性は高い。
<p>総合コメント</p> <p>3年間で目標としたオンサイトGISの機能については、九州土技所、東北土技所等の指導を仰ぎ、十分普及できるレベルに到達した。最も特筆すべき達成技術はいわゆるLOD(Level of Detail：詳細度差替え)を始めとしたモバイル端末上の高速表示技術であり、これについては現場技術者に高く評価され、これがシステム全体の有効性・普及性を上げている。</p> <p>また、GISとARの融合という意味においては、位置精度の課題は残るものの、まだ他にはない革新的な技術開発が出来たと考えている。課題については、測位技術の精度向上によって解決の方向に向かうと考えるが、現在の状況では精度の向上には限界があることから、運用方法そのものの提案が必要となる。</p> <p>ストックマネジメントとしての利用のみならず、災害調査等でも有効ではないかと考えられる。ストックマネジメントの現場調査利用のための調査票作成やサーバからのデータ転送等の運用方法の策定等が普及拡大の決め手となるが、まずは実験的に現場での利用促進を図っていきたい。</p>		

## 5 今後の課題及び改善方針

研究成果のアプリケーションでは、PC上のGISと同期を行い、現場ではネットワークを介さないスタンドアロンの形で情報の閲覧や入力を行っている。これは現場での通信環境に左右されない作業を想定したものだが、同期作業の解消のニーズは大きい。また、クラウドへの期待の高まりと携帯電話網の充実（エリア拡大）を考慮すれば、携帯電話網を介して直接サーバのデータベースを参照する方式に発展させる意味は大きい。ただし本アプリケーションで扱うデータ量は多大なため、通信量や速度の検証は綿密に行わなくてはならない。また、現在のネットワークを介さない方法を残すことはまだ必要だと考えられるので、両立できる方法の研究を継続する。なお、Androidへの対応は、将来的にAndroid版であれば採用したいという意見や要望が多ければ、特定の機種やバージョンに絞って開発することもあり得る。

特にARでの視認性に関して、データの3次元化の要望もある。これは、中山間地域の農地など起伏のある土地の場合、高さ方向が反映されていた方が地物を特定しやすいことによる。また、例えば地下構造物の埋設状況を立体的に表示することも可能となる。デバイスのメモリ上に展開するデータ量や、遠方まで描画するための処理速度に難があること、精度に関わる要素に位置情報の高さが加わることを理由に見送った経緯があるが、デバイスの性能も年々向上しているため、検討課題としたい。