

研究成果報告書

研究開発課題名	農業水利施設のストックマネジメントを支援するオンサイト情報システムの研究開発
研究総括者	株式会社イマジックデザイン 代表取締役 進藤圭二
研究開発組合	株式会社イマジックデザイン 株式会社ソニックビジョンクリエイト
試験研究機関	独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 農村工学研究所

1 事業の実施内容

1.1 事業の背景及び目的

(1) 事業の背景

高度成長期以降に建設された大半の農業水利施設が、順次耐用年数を迎えることから、施設の機能診断に基づく水利用・水理・構造の各機能の保全を通じて、既存施設の有効利用と長寿命化を図り、ライフサイクルコストを低減するストックマネジメントが重要な課題となっている。ストックマネジメントの実施に当たって、施設の時系列に渡る状態を把握・分析し、将来を予測するために、データベースが活用されている。

しかしながら、社会的・自然的要因により基盤情報が毎年のように変動するため、整備・管理状況の変化に即応し、随時、適正に情報更新を行っていかなければ、情報は利用価値を失うこととなる。そのため、多大な労力と費用を要する農地基盤データベースを簡易に情報更新する技術および情報閲覧する技術を開発し、情報を継続的に有効活用することが必要となる。また、近年の事業予算の削減傾向により、調査費や人件費等も削減される方向にあり、省力的な情報更新を目的としたシステム技術が待ち望まれている。

(2) 事業の目的

本研究開発は、農地、水路、道路等の位置、面積、管理状態及び施設の形状、管理組織、写真画像を始めとしたマルチメディア情報等の基盤データについて、現場での担当者等の目視調査による情報更新作業を省力的に実施するため、近年急速に高性能化しているモバイルデバイスと地理情報システム（GIS）の技術を駆使したオンサイト情報システムの研究開発を行うものである。

このシステムが開発されることによって、施設の位置、老朽化箇所・程度、現在の状況、保守履歴などストックマネジメントに関する情報を更新する業務について、省力化・効率化されることが期待できる。さらに、このシステムの応用的な運用によって、災害時の現地調査員による施設損壊状況情報や住民からの聞き取り情報を早期に収集し、情報共有することが可能となる。国営規模のストックマネジメントから県営事業、末端の住民参加の施設保守管理までが一貫して行えるようになり、施設保全業務の高度化に資する。

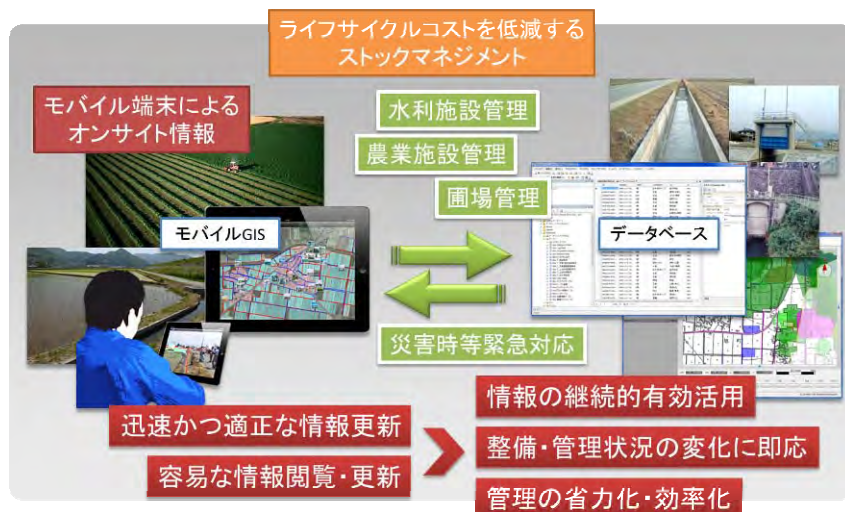


図 1.1-1 システムの全体像

1.2 事業の内容及び実施方法

(1) 情報システムの開発

1) サーバおよびクライアント PC 用ソフトウェアの本システムへの対応

サーバやクライアント PC 上で動作するソフトウェアは、(株)イマジックデザインが平成 19 年官民連携新技術研究開発事業に採択され研究開発した「住民参加型農村計画策定支援システム」のデータベース構造および地理情報システム（以下、GIS）ソフトウェア（以下、製品名の VIMS とする）を採用し、オンサイト情報システムへデータを配信する追加機能を研究開発した。具体的には、オンサイトでの使用を容易にするために、限定した範囲での切り出しおよびデータ形式への変換機能と、オンサイト情報システムで追加される特有のデータをデータベースへ取り込み、PC で閲覧可能とする機能を持ったツールを開発した。

2) モバイル地理情報システム基本アプリケーションの研究開発

オンサイトで情報を閲覧および入力するための GIS ソフトウェアを研究開発した。これは、モバイルデバイス（タブレットおよびスマートフォン）上で動作するアプリケーションである。このアプリケーションは、切り出され変換されたデータベースをモバイルデバイス上に取り込み、その地理情報をデバイス上に表示、ユーザの操作により、図形に関連した写真や属性データを検索し表示する。これらクライアント PC およびモバイル双方のアプリケーションソフトウェアに関して、ユーザニーズの調査を元にした設計に沿って、必要な機能の追加やユーザインターフェ이스の調整など十分検討して開発した。

(2) オンサイト情報システムとしての技術的課題の研究開発

1) 位置情報の補正技術の研究開発

モバイル GIS システムで重要な要素の一つは位置情報の取得であるが、モバイルデバイスに搭載された GPS は取得環境により精度の限界がある。そのためモバイルデバイスには、Wi-Fi アクセスポイントや携帯電話基地局からの電波強度による位置情報の取得機能が備わっている。例えば iOS デバイスでは、Wi-Fi 機能が ON になっていれば、iOS システム自

体が GPS の位置情報を Wi-Fi による情報によって補正するようになっている。しかし農村部では、Wi-Fi アクセスポイントや携帯電話基地局は、現状では GPS の精度を補正できるほどの数が設置されていないので、それによる精度の向上は期待できない。管理地区内に Wi-Fi ネットワークを構築する方法も考えられるが、設置や維持管理のコストや手間を考慮すると現実的でない。

そのため本システムでは、データの入力時に地図上の正確な位置が分かっている場合、その手動で指定した位置と GPS から取得された位置の対応をデータベースに蓄積し、後の位置情報補正計算に使用することによる精度の向上を図る方法を導入した。

2) オンサイトにおけるメモ・図形描画機能、写真撮影機能、およびそれらのデータベース化の研究開発

水利施設等の調査において、施設の状態の記録やチェック項目への記入は、従来は紙媒体への記入やカメラによる写真撮影を行っていた。これを直接 GIS に対して行うことができれば、のちの情報の管理の省力化・効率化につなげることができる。ただしオンサイトでのデータ入力、すなわち文字の入力や図形の描画操作は、実際上は困難であり時間もおかかるため、たとえ情報収集ツールとして意味があるものでも、使用しなくなる可能性が高い。

タブレットやスマートフォンの画面はタッチパネルであるので、その特性を活かすことを考慮し、調査時にはタッチパネル上での「手描き」で地図や写真・図面等の画像上にメモや図形を描くこととし、必要なデータは残されたメモを参照してデスクトップ PC 上で行うことを想定した。従来の紙媒体への書き込みと比較して、調査場所や施設別の準備が軽減されること、デスクトップ PC 上での清書作業も GIS 上のみで行うことができることが利点である。画面上に「手描き」で図形を描画する機能の開発自体は特別な技術は必要ではないが、描くベースとなるのが写真や図面以外に地図でもあることを考慮すると、位置や縮尺等を考慮したデータ構造を研究する必要がある。あった。

また、モバイルデバイスにカメラが付帯していれば、現場の施設等の状況を写真に記録することがワンボタンで簡単に行える。写真の撮影と同時に位置情報も取得され、データベースに保存されるため、あとで PC に写真を取り込む必要がなくなる。撮影した写真にはその場で上記のメモ描画が可能であることにより、調査時に必要な人員または時間の削減にもつなげることができる。写真撮影機能についても、記録に必要な十分な画像解像度、形式、データベースへの保存方法等を検討した。

3) 情報の AR (Augmented Reality、拡張現実) 化の研究開発

モバイルデバイスの多くは、カメラや GPS、磁気センサ、デバイスの姿勢を取得する加速度センサが搭載されており、データベース上のデータが位置データを保持している場合は、そのデータをカメラのリアルタイムの映像に重ねて表示することができる。この技術を AR (Augmented Reality、拡張現実) という。

これを十分な精度で得ることができれば、現地の実際の施設などの対象物とデータベース上の情報が関連付けられて示されることになり、現地情報との整合性の確認や、管理対象物の特定などが容易になることに加え、農業用パイプライン等の土中に設置され見ることができない構造物や、設計段階でまだ存在しないもの、災害によって位置が変化した場合等を、実物の景色に重ねて表示して位置を特定するなど、ストックマネジメントにおいて有効な効果を発揮できると考えた。

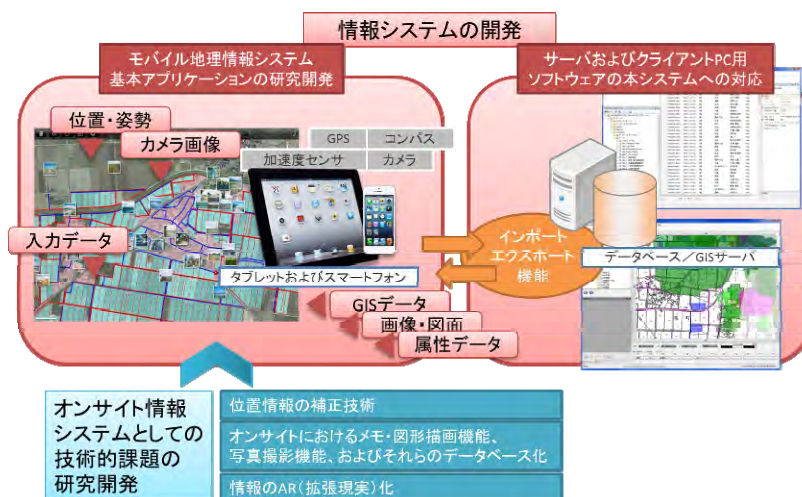


図 1.2-1 事業の内容とデータの流れ

1.3 事業着手時に想定した技術的問題点への対応

技術的問題点	対応
情報の入力負荷を低減する位置情報取得精度の向上方法	【位置情報の補正技術】データの入力や修正時に地図上の正確な位置が分かっている場合に、その手動で指定した位置と GPS から取得された位置の対応をデータベース内に自動的に保存し、後の位置情報補正計算に使用することによって精度の向上を図る機構を開発した。
オンサイトで求められかつモバイルデバイスの特徴を利用した容易な情報入力方法	【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】オンサイトではそのタッチパネル上での「手描き」で地図や写真・図面等の画像上にメモや図形を描く機能を実装した。
同様な情報提供方法	【情報の AR (拡張現実) 化】モバイルデバイスに搭載されているセンサを利用して、データをカメラのリアルタイムの映像に重ねて表示することができる AR 技術を導入し、現地の実際の対象物（施設など）とデータベース上の情報との関連付けを強化した。

1.4 事業の実施体制

(1) 研究開発組合内の役割分担

研究開発項目	研究開発組合	
	(株) イマジックデザイン	(株) ソニックビジョンクリエイト
(1) オンサイト情報システムの設計	・開発方針の検討 ・データベース構造の改良設計 ・PC 用 GIS エンジンの改良設計 等	・モバイル用 GIS エンジン、アプリケーションの設計 等
(2) データベースの構築	・データベースの構築 ・システムへの統合 等	・モバイル用データベース管理システムの選定とデータ構造の決定 等
(3) モバイルソフトウェアの開発	・システムへの統合 等	・インターフェイスのデザイン ・GIS エンジンの開発 ・各機能の開発 ・技術課題の研究開発 等
(4) クライアント PC 用ソフトウェアの改修	・データ変換機能の開発 ・モバイルデータ閲覧の対応 等	—
(5) 実証試験	・モデル地区の選定 ・モデル地区の基盤データ入力 ・試験実施サポート 等	・試験実施サポート 等

(2) 試験研究機関と研究開発組合の役割分担

研究開発項目	農村工学研究所※	研究開発組合
(1) オンサイト情報システムの設計	・開発方針の検討・決定 等	・開発方針の検討 ・システムの設計 等
(2) データベースの構築	・評価 等	・データベースの構築 ・システムへの統合 等
(3) モバイルソフトウェアの開発	・評価 等	・技術課題の研究開発 ・各機能の開発 ・システムへの統合 等
(4) クライアント PC 用ソフトウェアの改修	・評価 等	・データ変換機能の開発 ・モバイルデータ閲覧の対応 等
(5) 実証試験	・事前試験の実施 ・モデル地区の選定 ・評価 等	・モデル地区の選定 ・モデル地区の基盤データ入力 ・試験実施サポート 等

※ 独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構 農村工学研究所

1.5 事業の年度計画と実績

項 目	平成 23 年度		平成 24 年度		平成 25 年度	
	上期	下期	上期	下期	上期	下期
(1) オンサイトシステムの設計						
(2) データベースの構築						
(3) モバイルソフトウェアの開発						
(4) クライアント PC 用ソフトウェアの改修						
(5) 実証試験						

注) は計画、 は実績。

1.6 研究開発の概要、結果、課題等

(1) 情報システムの開発

1) サーバおよびクライアント PC 用ソフトウェアの本システムへの対応

① データベースの変換の検証

クライアント PC 用ソフトウェアの VIMS では、リレーショナルデータベース管理システムとして Microsoft SQL Server を利用している。これは、企業サーバ向けの高機能なシステムから組み込み系の小規模なシステムまで幅広く対応可能なシステムで、Windows OS と親和性が高く最適なデータベースを構築することができるようになっている。しかしモバイルデバイスでは、このようなサーバ上で動作する管理システムと同等なものは利用することはできないため、アプリケーションに組み込んで使用するタイプの軽量のデータベ

ースである SQLite を採用した。SQLite は iOS アプリケーションの開発におけるデータベースとして標準で利用することができ、また Android でも利用することができる。

つまりモバイル GIS で使用するためには、Microsoft SQL Server データベースから SQLite データベースに変換する必要がある。この変換は、実際のシステムでは VIMS に直接 SQLite データベースファイルを生成する機能を追加することによって実現するが、変換における問題点を抽出するために、検証用としてまず手動および独立した単体のツールプログラムを開発して行い、実際の開発に活かした。

手動による変換は、VIMS の Microsoft SQL Server からテーブルごとにフラットファイルにエクスポートし、各々のファイルを市販のツールを使って SQLite にインポートした。フラットファイルを介する場合、文字列のエンコーディング指定や SQLite で許容されないファイル名、バイナリデータの扱い等で問題があることが分かった。

手動によるデータベースの移行の結果を踏まえ、独立した単体のデータベース移行ツールの開発を行った。手動による変換におけるエクスポート、テーブル作成、文字列の置換、インポートの各作業に対応する処理を、全てツールプログラム内に実装した。

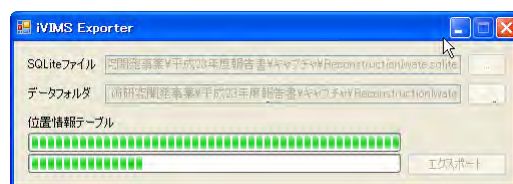


図 1.6-1 iVIMS Exporter
(試作版データベース移行ツール)

② データベース構造

VIMS のデータベースの特徴としては、図形などのジオメトリ情報と属性などのメタ情報との関係を、リンクテーブルと呼ぶ相互関係のみを記述したテーブルを介してリレーションを結んでいる点であり、多対多の関連性が記述できる柔軟性に富んだ設計となっている。モバイル GIS でも、この構造を踏襲したデータベースとした。本研究開発において、モバイル GIS には VIMS にはなかった機能が追加されるので、既存のデータベースの設計で対応可能か、改良の余地があるかを検討した。具体的には位置補正機能や手書きによるメモ・図形描画機能への対応である。VIMS のデータベースが、前述のとおり柔軟性に富んだ設計となっているので、大きな追加変更は必要なかった。

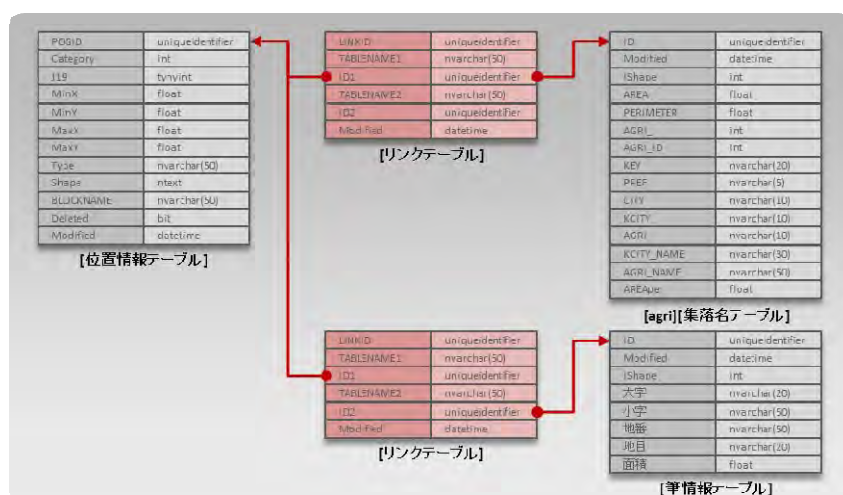


図 1.6-2 リンクテーブルによるリレーション

GIS 上で基本図となる航空写真や地形図などの画像は、VIMS 内ではラスタブロックと呼ばれる形式で配置される。これらの画像は高解像度でかつ大量枚数である場合が多く、

非常に多くのデータ量であるため、データベース内に直接保存するのではなく、独自フォーマットの外部ファイルとして保存し、データベースにはそのファイル名が記述される形をとっている。オリジナルの画像を格子状に分割し、解像度を段階的に半分にしていった画像データ群を事前に生成して、一つのファイルに統合したものをラスタブロックのファイルとして使用する。モバイル GIS でも、この設計は踏襲するが、読み込みを簡素化するため、フォルダによって分類された画像ファイル群と、位置、サイズ、回転情報などのパラメータが記述されたファイルが含まれるフォルダをラスタブロックファイルとした。

2) モバイル地理情報システム基本アプリケーションの研究開発

① 開発方針の検討

・システムによる主な管理対象の想定

農業水利施設のストックマネジメントにおいては、施設や機器の点検・調査について様々な方法が試行錯誤を重ねて用いられている。また、各農政局の土地改良技術事務所において、年間に調査すべき水利施設等の管理対象箇所の数に比較して、それを行う職員数が少ないという現状も踏まえる必要がある。現状の方法では設計図書等を現場に持ち出して施設等の確認を行うが、設計図書が記載項目や縮尺等の統一性を欠いている場合や施設周辺地形の変化もあり、調査に多大な時間を要している。また、各施設の経年変化を調査するためには、現場での調査位置を可能な限り統一する必要がある。

本研究の成果を利用し、農地、水路、道路等の位置、面積、管理状態、施設の形状及び写真画像等の農地基盤データについて、現場での担当者等の目視やモニタリング調査による情報更新作業を省力的に実施し、データの均質性を高めることを目的とした。

・ターゲットとなるモバイル機器の選定

本システムは、近年急速に普及が進んでいるスマートフォンおよびタブレットを対象にした。画像などを含めて大量のデータを扱うことになるため、処理能力の高い機器を用いることが必要である。加えて、位置情報や方位、機器の姿勢を取得する必要があるため、機器の仕様はそれに対応したものであることも必要である。

OS や機器の調査を元に、対象機器を検討した結果、iPhone および iPad とすることを決定した。スペックが問題ないこと、一般に広く使用されている機種であること、OS およびハードウェアの開発に継続性があり、バージョンアップや後継機種が出た際の対応が比較的容易であると考えられること、スマートフォンとタブレットでプログラムコードなどの共通化が図りやすいこと、ウイルス感染の可能性が小さいことが、その理由である。

他の OS、特に Android への対応は、開発過程としてはソースコードやユーザーインターフェイス部分を全て書き直す必要があり、さらに iOS と比較してデバイスや OS のバージョンのバリエーションが広いため、機種間の差異を埋める処理が無視できない程大きくある（または対応機種を絞る必要がある）ことから、今後の検討課題とした。

② 検証用試験型の開発

研究開発するシステムの核となるプログラムとして、技術的課題着手以前に、モバイルデバイスで動作する GIS 基本アプリケーションを開発し確立する必要がある。そのため、VIMS の実データベースを取り込んで、モバイルデバイス上で GIS の基本機能を実行できるアプリケーションを開発し、その開発過程における課題や開発後における使用感などを

整理して、システムの設計に反映させることとした。GIS の基本機能として、基本図および主題図の描画や、その図形要素からリンクされるデータベース内の属性データの参照・編集機能を実装した。なお本検証用試験型の開発については、(株)イマジックデザインにて VIMS を使用して実際の業務支援を行った 2 つの地区のデータをサンプルとして使用した。

この検証用 GIS アプリケーションは、GIS としての基本機能に絞ったアプリケーションである。大量のデータを扱うため、図形データの読み込みに時間がかかることは想定通りであったが、そのため最初の読み込み時にキャッシュファイルを生成して、2 回目以降の起動ではこのキャッシュファイルとデータベースのタイムスタンプを比較して、古いものでない限りキャッシュファイルから読み込む仕様にした。また、特に広い範囲が画面内に見えている場合は、モバイルデバイスの性能では描画が追いつかないため、マップの移動およびズーム操作時には、ポリゴンの塗りつぶしを省略し、また画面内で一定の大きさ以下の図形は描画しないという処理を追加した。オルソ画像等のラスターについては、段階的に解像度が半分になるような格子化された画像セットを持ち、そのラスターブロックの画面内位置やスケールによって表示すべき画像を算出し、必要な画像ファイルを読み込み、かつ不必要となった画像をメモリから削除する仕組みを開発した (LOD、Level of Detail)。これらによって GIS アプリケーションとして問題ない操作性が確保できることを確認した。

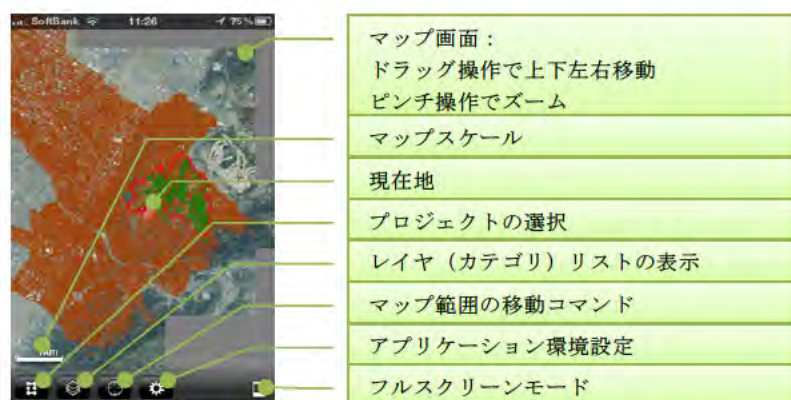


図 1.6-3 検証用モバイル GIS アプリケーション

(2) オンサイト情報システムとしての技術的課題の研究開発

1) 位置情報の補正技術の開発

モバイル GIS システムで重要な要素の一つである位置情報取得の精度の向上のため、データの入力時に地図上の正確な位置が分かっている場合の手動で指定した位置と、GPS から取得された位置の対応をデータベースの専用テーブル内に蓄積し、後の位置情報補正計算に使用する機構を開発した。補正用位置対応のレコードが増えれば増えるほど、補正の精度が上がる仕組みである。アプリケーションでは、写真撮影して画像アイコン化する際の位置指定する時か、補正データの管理の時に、新たに補正データを蓄積できるように実装した。



図 1.6-4 位置情報の補正

補正データは位置補正テーブルに保存され、一つの補正データのレコードは、GUID、座標系、取得座標、補正座標、編集日時、削除フラグから構成される。プロジェクトが読み込まれると、それに関連付けられた補正データ全てが読み込まれ、それらの取得座標群によって、内部的にドローネ図を作成しバックグラウンドに保持する。補正データが追加されると、ドローネ図は再生成される。新規にある座標が与えられた際、その点が含まれる三角形を抽出し、その三角形の3つの頂点における補正ベクトル（補正座標－取得座標）を三角形内で補間、与えられた座標における補正ベクトルを算出する。

2) オンサイトにおけるメモ・図形描画機能、写真撮影機能、およびそれらのデータベース化の研究開発

オンサイトでのデータ入力を容易にするために、タブレットやスマートフォンのタッチパネルを利用した「手描き」で地図や写真・図面等の画像上にメモや図形を描くことのできる機能を開発した。



図 1.6-5 メモ・図形描画機能

描画自体は、描画開始時にその時の表示画面サイズの透明のキャンバスを生成して、画面上をスタイラスや指が動くごとにキャンバスの画素を更新する仕組みとした。設計ではツールはペンツール（フリーハンドで線を描画）のみとしていたが、後述の実証試験における事前試験の結果、ラインツール、テキストツール、メジャーツール（地図上への描画のみ）、消しゴムツールを追加するとともに、それに合わせて操作方法の仕様を変更した。

地図上への描画は、航空写真や地形図と同様の階層化された画像を含むラスターブロックオブジェクトとしてデータベースへ保存することとし、位置や縮尺を含めて統一的にデータを扱うことができる。また、描画時における画面解像度がそのまま画像の解像度となる。写真上への描画は、写真上における位置座標・大きさを含む「画像メモ」データとして保存することとした。このデータはその写真に関連付けられる。1枚の写真に複数のメモを作成して関連付けることも可能である。

また、タブレットやスマートフォンのカメラによって写真を撮影すると、画像アイコンオブジェクトを生成して、その時に取得されたGPSによる位置情報から地図上に自動的に配置する機能を開発した。アイコンオブジェクトを生成せず、既存の図形に撮影写真を関連付けることもできるようにした。さらに、デバイスの写真アルバムに既に撮影された写真がある場合は、その写真から画像アイコンを生成したり、既存図形に関連付けることも可能とした。



図 1.6-6 写真撮影機能

3) 情報の AR (Augmented Reality、拡張現実) 化の研究開発

モバイルデバイスの位置や姿勢情報を取得して、リアルタイムのカメラ画像に GIS の図形情報を重ねて表示する AR 技術の研究開発を行った。

画面の更新毎に、GPS からの緯度経度情報と、電子コンパス及び加速度センサからの姿勢情報を取得し、視点の GIS の座標空間内における位置および回転を含む行列データを算出する。それによって GIS の図形データを画面内のカメラ画像の上のレイヤに描画する。

ただし GIS の図形データは非常に大量になる場合が多く、描画が画面の更新に追いつかない場合もあるので、視野の台形と図形オブジェクトの矩形が交差するもののみ描画することとした。また、モバイル GIS では図形オブジェクトを平面上の 2 次元図形として扱うこととしたので、視点から一定距離以上離



図 1.6-7 情報の AR 化

れた図形は水平線近くに重なり描画する意味がないので、描画範囲の距離を設定できるようにした。視点のデータからの相対高さについても指定できるようにした。

図形オブジェクトのうち、画像などのアイコンオブジェクトについては、平面上に描画せず、アイコンの画面内座標を別途算出した後、その位置に視点に対して正対するように描画するようにした。視点からの距離によってアイコンの描画サイズも変わるようにしている。

AR の場合、デバイスが動くにしたがって画面も常に動くことになるため、属性情報を表示するために図形を選択することが困難になる。そのため画面を固定する機能を追加した。また、動いている時に図形を選択すると、自動的に画面を固定することとした。画面内の図形がない場所をタップして選択を解除するか画面をスワイプすると、固定が解除されるようにした。

1.7 実証試験（現場適用）の概要、結果、課題等

(1) 事前試験

仕様をほぼ満たしたアプリケーションを使用して、実証試験の前段階における現場事前試験を、農村工学研究所主導の元、熊本県氷川町にて平成 25 年 1 月末に行った。この時点では、仕様の機能は位置情報の補正機能を除きすべて実装されたものである。

事前試験における総評としては、完成度が高いとの評価をいただいた。大きな不具合は発見されず、快適に動作した。操作性も基本的な部分は十分であり、特に AR 機能は現実的にはあまり使えないのではないかと懸念もあったが、操作の順序を確実に示していけば、十分に使用できる機能であるとのことである。また、地図メモや画像メモについても、ほとんどこのまま使用できるとの評価もいただいた。ただ、機能の搭載量のバランスは考える必要はあるが、機能性や操作性をさらに上げるために若干の改良が望ましいとの意見もあった。以下に意見およびその後の対応の概要を記す。

意見	その後の対応
方位の補正	方位については、誤差が一定でなく自動調整は期待できない。GPS が働かない場合は偏角が計算できず真北が取得できないので、この場合は磁北を採用するように修正。AR モードのときのみは手動による一時的な補正機能は実装済み。
地図の回転	地図画面のどこでも 2 本指で回転操作をすることで、その 2 本指の中心を中心に地図を回転させることができるように機能追加。方位マークの操作で、デバイスを向けた方向が上になる、または北が上になる機能も追加。
AR の 3 次元化	データ管理や描画エンジンなど根本的な改良を必要とするので、将来の構想として検討する。
AR の写真アイコン	視点からの距離によってアイコンの大きさが変化するように修正。
AR での描画線幅	AR 画面で、ポリラインやポリゴンの線幅を調整できるように機能追加。
地図上での距離計測	2 点間の距離計測を、画面上の表示として 2 点間の距離として表示するものと、1 点を中心とした円とその半径を表示するものと、2 種類選択できる形で機能追加。また、表示された計測結果を地図メモとして保存する機能も追加。
メモ機能ツール追加	地図メモ、写真メモ双方で、直線描画とキーボードからの文字入力機能を追加した。地図メモのみ距離計測を直接描画できるように機能追加。
写真検索	選択されている地物を含むレイヤについて、写真がリンクされているものは色を変えて表示する機能を追加。
写真削除	前回の PC 側との同期以降に追加された写真で、送信もしていないものは削除できるように機能追加。これに伴い、データベース内に履歴テーブルを作成して、データベースの編集に関わる操作を記録することとした。
AR のズレ修正	AR の表示相対高さについて、設定パネルを出すことなく、AR 画面上で 2 本指にて上下にドラッグすることで調整できるように機能追加。
属性のラベル表示	処理が重くなる可能性が高く、PC 側でラベルデータを生成したものを持ってくることが現実的との判断から、今回は見送った。
ポリゴンやアイコンデータの追加	これらのデータの追加はユーザー操作の手間や精度が要求されるものであり、モバイルでの作業に合わないと考え、今回は見送った。

(2) 実証試験

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、平成 25 年 8 月～12 月に実証試験を行った。当初、実証試験計画では東北農政局土地改良技術事務所を予定していたが、人事異動並びに業務方針の変更があり、施工企画調整室の了承を得た上で第二候補としていた九州農政局玉名横島海岸保全事業所に変更を行った。この実証試験では、第一にはシステムが仕様通りに動作するか、想定通りに効果を上げる運用が可能であるかが焦点であるが、実証試験において明らかになった操作・機能上の不具合の修正はもちろんのこと、操作性を向上させる改良についても製品化に向けた参考にした。

マップの構築は PC ソフトウェア VIMS で行った。オルソ化航空写真を水土里ネ

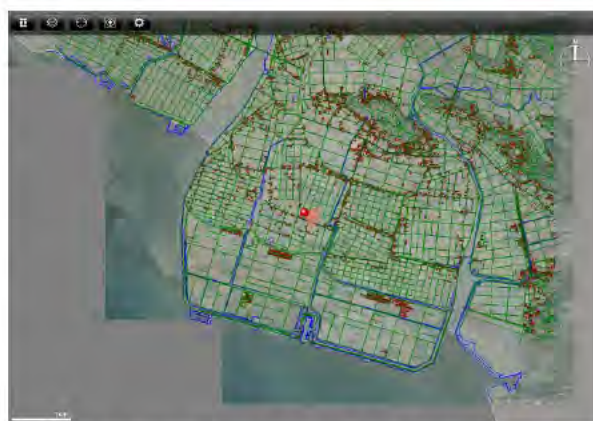


図 1.7-1 玉名横島海岸保全事業地区

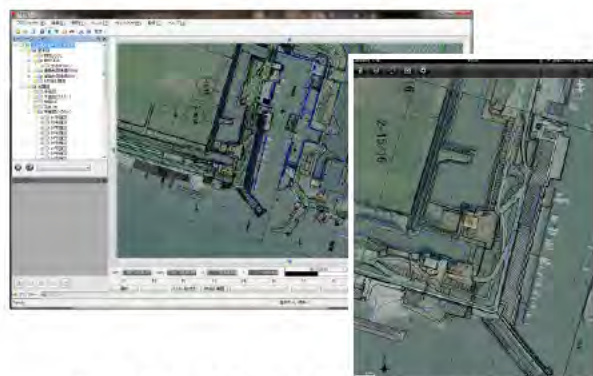


図 1.7-2 構築した GIS データ (左) と iPad での表示 (右)

ット熊本より提供いただき使用した。工事図面はベクトルとしてインポートすると共に、PDF 出力したものをラスターとしても貼り付けた。ベクトルデータは拡大縮小しても精細であるが、1 頂点ごとにデータを消費し詳細な図面ではデータ量が多くて描画が重くなる。一方ラスターデータは、図内の線や頂点の密度に関わらず描画速度が一定なこと、文字情報が正確に表現されるメリットがある。どちらも一長一短あるので両方載せることにし、別々に表示／非表示が出来るように構築した。

実証試験は「安全パトロール」業務にて実施した。安全パトロール業務は、定期的には四半期に 1 回と、それに加えて大雨等の緊急時に臨時で行われている。1 回の安全パトロールの標準的な作業時間は 4 時間で、施工中の箇所や機材など事業区域内の海岸線 10.3km に沿った定められたポイントを重点的に順次点検していく。従来はカメラ撮影を担当する作業員とメモを担当する作業員の 2 名体制で行っていたが、本実証試験ではそれらを 1 名で、使用する機材は iPad 1 台として実施した。なお同じデータを搭載して iPhone でのアプリ動作確認も行っている。

期間内に 4 回実施した安全パトロール業務において、従来 2 名体制で 4 時間の時間内で実施していた作業は、本システムを使用して従来から時間を延長することなく 1 名体制で実施することが可能であった。意図した通りの省力化を達成している。



図 1.7-3 取得データ (左:iPad、右:iPhone)

	従来手法 (カメラ撮影および紙媒体へのメモ書き)	本システム
1 回あたりの作業時間	4 時間 × 2 人 = 8 時間 (カメラ担当とメモ担当)	4 時間 × 1 人 = 4 時間
人件費割合 (従来手法 : 100)	100	50

本システムでの表示や基本的な操作感是非常に良く、解像度の高い航空写真でも遅延なく表示された。工事平面図を 31 枚貼り付けているが、ラスターはすぐに表示されるがベクトルは読み込まれ表示されるのに時間がかかった。データ量が非常に大きいためであるが、現状では平面図はラスターで扱うほうが望ましいだろう。

属性データや関連ファイルの閲覧については特に問題はなかった。ただし、編集はソフトウェアキーボードを使用するので、現場で行うのは少々困難であった。

現場での GPS 位置情報は、2~4m 程度のズレが認められた。現場は衛星からの電波を遮るものがない平坦地だが、山間部など狭隘な地形であったり、高い建物や樹木が近くにあると、さらに倍程度のズレが予想される。実証試験では電子コンパスによる方向のズレもあり、AR モードでカメラ画像と重ねた図面は若干ずれて表示されていた。現物とデータとの関連性は十分判別できる程度と判断できたので、許容範囲と考えている。位置情報の補正機能については、補正情報の蓄積が十分ではなく、明確な効果を認めるまでには至らなかった。ただ、設計の仕様にはなかった手動補正機能が、補助的には



図 1.7-4 属性データ



図 1.7-5 AR モード

あるが効果を発揮した。自動的に補正することも課題であるが、この機能が他にどのような使われ方で威力を発揮するか、さらなる検討の必要があろう。

地図メモや写真メモは、特に災害時の情報収集、状況把握を目的とする場合など迅速性が重要視される場合は、非常に実用的で有効である。ただ、そのあとに正式に残す必要のある情報は、改めて属性データに入力する、つまり清書する必要があることが、若干手間に感じた。本研究開発事業では含めていなかったデータのメール送信機能については、試験機関では現段階ではメールによるアップロードが許可されていないことから試験できなかったが、この機能が迅速な対応に大きく寄与すると考えられる。

屋外の現場での使用に関しては、直射日光があると非常に見づらく、日傘を差すなどする必要があった。降雨時の使用に関しては、実証試験では防水ケースがないため使用を控えたが、業務を想定すれば日除けとともに防水性能も必須となるであろう。

本格運用する上で改良すべき点として、ベクトルデータが大量にある場合の読み込み時間の短縮や、電子コンパスの補正による高精度化が挙げられる。GPS の精度は、現在の精度でも現物とデータとのある程度の関連性はわかるので、想定業務では問題ないが、さらに精度を上げることができれば使用用途を拡大することにつながるだろう。また、データの同期が WiFi 経由で可能になれば迅速性が相当向上するのではないかと考えている。

運用上の問題点として、継続性とセキュリティが挙げられる。データが継続的に有効に活用されるためには、維持・運用に関する方針設定や設計が重要である。また、セキュリティのために既存のシステムとの連携が行えない場合があるので、本格運用する上では既存システムとの総合的なセキュリティ対策の策定が必要となるだろう。

2 事業の成果

2.1 成果の内容

本研究開発では、iPad および iPhone 上で動作するモバイル地理情報システムアプリケーションの開発と、サーバおよびクライアント PC 上で動作する地理情報システムソフトウェアの対応を行い、その開発したソフトウェアを成果とする。



図 1.7-7 撮影、追加された画像アイコン（左）と写真上に描画されたメモ（右）



図 1.7-6 屋外での使用

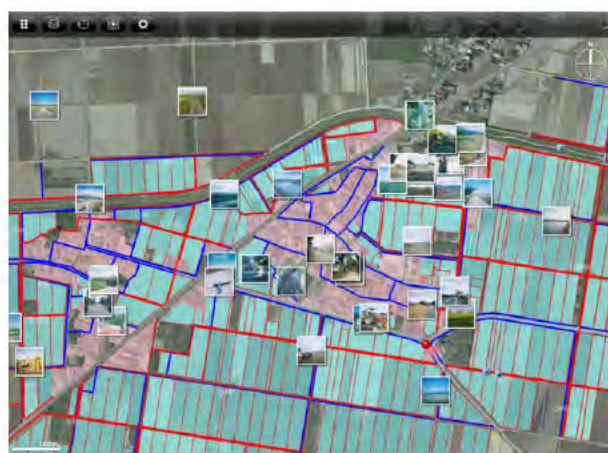


図 1.7-1 GIS 地図画面の構成