

G P S機能を利用した 用水路施設管理支援システムの活用について

藤本 嘉三

はじめに

農業農村整備事業の伸展に伴い、建設される農業水利施設は、事業の完了と共に地元管理団体に管理委託又は施設譲与され管理運用されている。

管理に当たっては、水利管理は河川法に基づく水利使用規則及び管理規程・取水規程等の法的規制に関わる操作要領書等の管理資料、施設管理には竣工図集及び施設台帳等の管理資料が事業主体より管理団体に提示される。

特に、地中埋設物のため目視確認の出来ない管水路の施設管理にあたっては、用水路管理図・管理調書が示され適正な管理が行えるよう配慮されている。

施設管理は、管水路においては初期充水作業、管路の漏水事故等への対応作業、水位及び水圧調整弁等その他機器の故障への対応作業などが行われ、施設の耐用年数を迎える段階から更新作業、施設整備を必要とするケースが多くなる。更に、近年の農地の流動化と農村整備事業の進展は目覚ましく、耕地の再整備、道路、排水路等の整備に伴う用水路施設の移設などにより施設管理は、様々な影響を受ける現状にある。

このため、①施設情報を正確・詳細に保管し、検索機能を完備していかに迅速に情報を得るか、②農業水利施設の耐用年数期間中における新素材開発、営農技術、農村環境の推移等による変化に対応した、追加・改修工事記録等を容易に現状データに反映させるか、という課題に対応することが重要である。

これらへの対応として、当社においては「用水路施設管理支援システム」の開発を行い、これまで国営土地改良事業 16 地区についてシステム構築・導入の実績がある。

近年の情報通信インフラの進展などにより、今日

では一般的に普及しているタブレット端末に本システムをインストールすることで、平常時及び緊急時の現場作業等の機動性が格段に向上することが可能になってきている。

本報告は、本システムと Windows タブレット端末による現場調査アプリ (FieldWork) を合体することで、G P S機能の利用を可能とし、現地に不慣れな場合でも、目的地への移動をより迅速且つ確実にすると共に、現場情報を簡単に記録することを可能とするシステムの概要について紹介する。

1. 用水路施設管理支援システムの基本的開発スタンス

本システムは、施設管理支援を主目的として、施設管理を円滑に行うために必要と思われる情報を抽出し、表示すべき情報の内容及び書式を検討し、更に、情報検索機能を充実させることにより、より使い易いソフト作りを目指した。

本システムの内容については、すでに「報文集 (第 11 号)」に発表しているところであるが、再度システムの特徴と基本機能について概説し、次頁の G P S利用の記述への足がかりとしたい。

ソフト開発上特に留意した点を以下に列挙する。

① データベースの構築

本システムは、農業水利施設の管理を主目的と考えるばかりでなく、施工管理をも視野に入れており、設計と実施間の変更にも対応可能なように、修正時の操作性に重点を置いている。

このため、本システムに必要なデータは、用途別に必要最小限のデータ単位にデータベース化し、このデータベースを修正することにより、施設情報の更新を迅速に行えるようにしている。

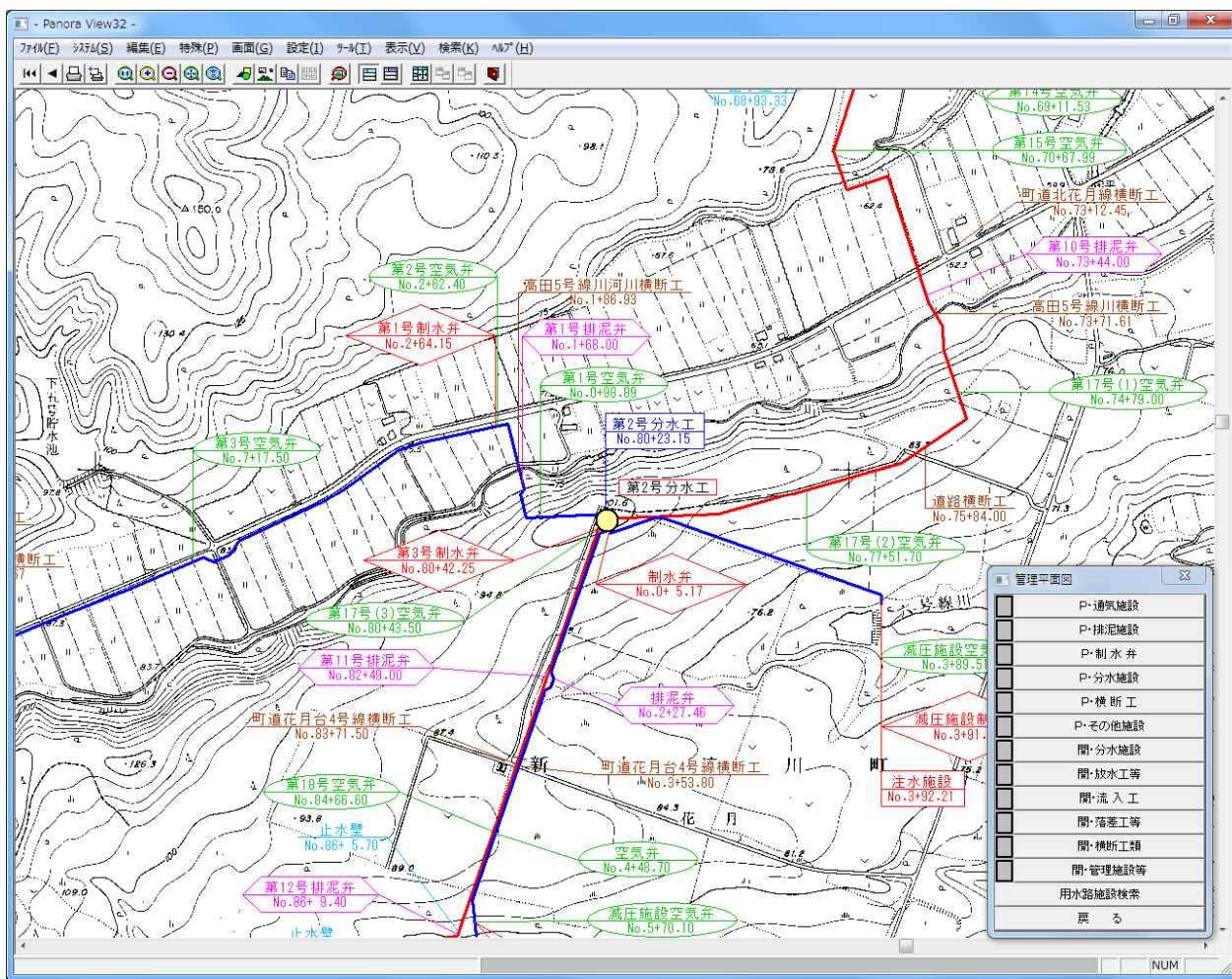


図-3 管理平面図

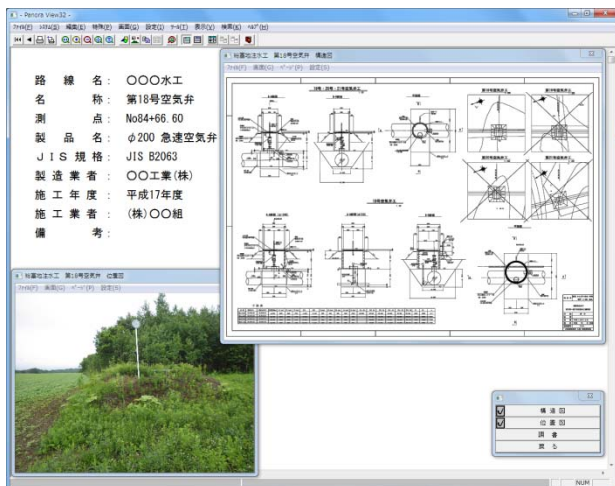


図-4 作工物詳細情報

項目	地点	管径	材質	製品名	型式	規格	製造メーカー	施工業者	備考
第1号	No.1	φ100	SGP	○	○	○	○	○	○
第2号	No.2	φ100	SGP	○	○	○	○	○	○
第3号	No.3	φ200	急速空気弁	JIS B2063	1.5	○	○	○	○
第4号	No.4	φ200	急速空気弁	JIS B2063	1.5	○	○	○	○
第5号	No.5	φ200	急速空気弁	JIS B2063	1.5	○	○	○	○
第6号	No.6	φ200	急速空気弁	JIS B2063	1.5	○	○	○	○
第7号	No.7	φ200	急速空気弁	JIS B2063	1.5	○	○	○	○
第8号	No.8	φ200	急速空気弁	JIS B2063	1.5	○	○	○	○
第9号	No.9	φ200	急速空気弁	JIS B2063	1.5	○	○	○	○
第10号	No.10	φ200	急速空気弁	JIS B2063	1.5	○	○	○	○
第11号	No.11	φ200	急速空気弁	JIS B2063	1.5	○	○	○	○
第12号	No.12	φ200	急速空気弁	JIS B2063	1.5	○	○	○	○
第13号	No.13	φ200	急速空気弁	JIS B2063	1.5	○	○	○	○
第14号	No.14	φ200	急速空気弁	JIS B2063	1.5	○	○	○	○
第15号	No.15	φ200	急速空気弁	JIS B2063	1.5	○	○	○	○
第16号	No.16	φ200	急速空気弁	JIS B2063	1.5	○	○	○	○
第17号	No.17	φ200	急速空気弁	JIS B2063	1.5	○	○	○	○
第18号	No.18	φ200	急速空気弁	JIS B2063	1.5	○	○	○	○

図-5 作工物調査

規格等の必要情報を選択表示)

- ・管路情報 (用水路の敷設状況、対象流量等の設計・施工条件を表示) 縦断面図使用可能。
- ・附帯作工物情報 (施設諸元、施工経緯、構造

図、作工物設置位置 (目印からの位置を写真表示) を表示、図-4)

- ・各種台帳 (附帯施設の工種毎の詳細情報 (部

品メーカー、商品名、設定条件等)を台帳形式にて表示、図-5)

② データ構成

- (1) 地区全体用水系統図用背景図(1/50,000程度の地形図(地区全体を網羅する)を使用。データには公共測量座標系を付加する。)
- (2) 管理平面図用背景図(通常は1/5,000程度の地形地番図をラスターデータ化して使用。データには公共測量座標系を付加する。航空写真でも対応可能。)
- (3) 管路データベース(IP点平面座標情報、縦断情報(測点、地盤高、施工基面高等)、管割情報)
- (4) 施設データベース(測点、構造、規格、作工物情報、施工情報等)
- (5) 作工物情報(構造図、設置位置の写真)
- (6) 受益区域位置(全体用水系統図及び管理平面図に受益エリア・ローテーションブロック情報を登録)
- (7) その他関連資料(水源施設等の諸元表、構造図及び写真、水利使用規則、管理規程、取水規程等の既存資料の登録も可能)

1-2 本システムの機能特性

本システムが有する独自機能は、以下のとおりである。

・縦断図及び管割図等の自動作図機能

上記の(3)及び(4)のデータベースを基に、下記の処理を自動化した。

々縦断図及び管割図をディスプレイ上に自動作図(工事成果の縦断面図及び管割図の代用可能)

々作工物名称をもよりの測点より自動旗上げ表示
々旗上げに構造諸元情報を付加(手動により、構造図、設置位置の写真等の詳細情報を付加することが出来る。)

・路線位置の自動描画機能

路線位置は、縦断面図に記載されている「中心線座標成果表」若しくはIP点情報(測点、I A、

方向、半径)を基にした座標データより、自動的に全体系統図及び管理平面図上に精度の高い描画(線種・色彩は任意)を可能としている。(図-3 参照)

・作工物旗上げの自動描画機能

作工物の旗上げは、自動描画された路線上の測点から座標を自動計算し、工種別に旗上げパターン(形状、色彩、階層)を分けて路線単位で一括描画するため、高い精度で効率的な作業を可能としている。(図-3 参照)

・多彩な検索機能

用水路施設配置の精通度、外部からの通報等による対象施設の位置情報(施設名、近隣の住宅等)等、システム上で対象施設を検索する様々な状況を想定し、下記の検索方法により管理平面図を表示する機能を有している。

<用水路施設検索>

施設名が明確な場合は、本機能により、水源施設及び幹線用水路で支線用水路までの絞り込みが可能で、更に、作工物の工種別の絞り込みにより対象施設を選択すると、対象施設が画面の中央に表示される。(図-6 参照)

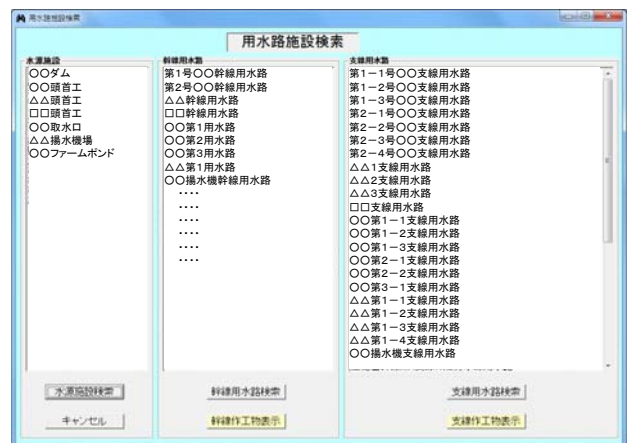


図-6 用水路施設検索

・施設調書作成機能

メインのデータベースより必要情報を抽出して施設整理台帳を自動作表しExcelデータとして保存が可能なことから、財産管理を強力にサポートする。(図-5 参照)

・外部プログラム起動

PC内にインストール済みのプログラム（データ指定可能）を設定することで、メニューボタンをクリックすると設定したプログラムを起動することが出来、関連するプログラムと連動した使用が可能となる。

2. GPS機能の利用

用水路施設の管理は、平常時の定期的点検の他、施設の劣化等による漏水事故発生や車両等の接触による施設の破損など、突発的に発生する非常時においては、特に迅速な対応が求められる。

突発的な事故発生時に、管理区域全体の用水路施設に関して熟知した管理担当者が常に対応が可能な状態とは限らない。

このようなとき、用水路施設の損傷等の拡大及び二次災害防止のため最優先に要求されることは、現地での状況確認と応急対応である。

GPS機能を利用した用水路施設管理システムは、施設位置に精通していなくても、対象施設まで確実に迅速な移動を可能とする。このシステムのさらなる有効活用について以下に紹介する。

2-1 位置情報データの作成

用水路施設管理支援システムでは、路線及び作工物の位置情報として、座標（平面直角座標系）情報が既に入力されている。

この座標情報をベースに、GISデータを現地で活用する現地調査ツールとして開発（有限会社ジー・ディー・アイ）されたFieldWork¹⁾を連動させることで、現在地と対象施設との位置関係を明確にし、対象施設までの移動を確実に迅速な対応を可能とした。

＜利用する用水路施設管理支援システムデータ＞

- ・管理平面図の背景図（1/5,000 地形図）
- ・路線の座標（起終点及びI P点）
- ・作工物の座標（路線及び施設名称含む）

下記にFieldWorkで利用する位置情報データの

作成手順を記載する。

① 背景図の作成

背景図として必要な座標情報が付加されたラスターデータ（GeoTIFF）の作成は、一般的に汎用のGISソフトが必要であるが、今回、GISソフトが無くても容易にGeoTIFFデータへの画像変換を可能とする変換ソフトを作成した。

画像の左上X座標・Y座標、右下X座標・Y座標、入力画像名、出力画像名（GeoTIFF）を入力し、実行するとGeoTIFFデータが作成される。

なお、使用する座標は、平面直角座標系の座標値で、X座標が横方向、Y座標が縦方向の算数座標となっている。

② 路線のシェープ（SHP）ファイル²⁾化

路線の座標データ（点情報）より、ポリライン³⁾の作成機能を持つ、ArcGIS⁴⁾を利用し路線SHPファイルを作成した。

複数の路線を一括作成するため、データベースには、路線名、順番、X座標、Y座標を整理した。

③ 作工物のSHPファイル化

作工物の属性情報として必要な、路線名、作工物名、測点、X・Y座標で構成されるデータベースを基に、ポイント型SHPファイルを作成した。

2-2 FieldWorkの機能概要

FieldWorkは、GISデータを現地で活用する現地調査ツールとして開発されたものである。

Windows パソコンで動作し、地図データを現地に持ち出し、現場で作図（描画）や情報（属性）やその他の写真を取得するなど、現地調査の作業軽減を目的に開発されたソフトウェアである。

タッチパネル機能にも対応しているため、地図や航空写真などを背景に、調査情報の記録、写真撮影、メモ入力等を行うことが出来るので、Windows タブレット端末で最大の効果を上げることが出来る。

主な特徴を列記すると以下とおりである。

- ・オープンソース GIS⁵⁾ (MapwinGIS) を活用した GIS ソフトで、現地で使用する機能に絞り込んでいるため、ArcGIS、MapInfo⁶⁾ に比べ安価。(カスタマイズによる機能追加可)
- ・シンプルな操作性 (タッチパネル) で、なおかつ慣れ親しんだ Windows ツールバー形式等を採用。
- ・既存の GIS データを活用できる利便性。(シェープファイル標準、座標付きラスタ対応)
- ・汎用的な SHP 形式で運用でき、図形・属性入力が可能。
- ・GPS 対応のため、エリアの制限なく現在位置の測位が可能。(リアルタイムの画面中央表示)
- ・現在位置から指定施設 (目的地のドロップダウン選定) への方向表示。
- ・調査項目 (メモリスト) を現場毎に書き換えられる自由さ。

<機能概要>

① データ

- レイヤーの表示のオン・オフ切替え
- 表示色・透過率変更、ラベル表示
- レイヤーの順序変更
- レイヤー属性の閲覧・検索
- テーブル表示エリアの拡大・縮小
- オブジェクト選択と画面の中央表示

② モード

- 移動 (地図描画エリアの移動、拡大・縮小)
- 描画 (ポイント、ポリライン、ポリゴン)
- 属性 (上記オブジェクトへの属性入力)
- 表示 (モード切替えアイコンの表示切替え)
- 外部ファイル (リンク追加、表示)

③ カメラ

- 写真撮影 (オブジェクト指定、現在位置のシンボル追加)
- GPS 情報付き jpeg 画像の取込み

④ GPS

- 現在の位置・自動追跡ボタンの表示・非表示
- GPS ユニットの接続可能

2-3 用水路施設管理支援システムへの活用

用水路施設管理支援システムの外部プログラム設定機能により FieldWork を起動するメニューボタンを追加することで、本システムでの GPS 機能の利用を可能とした。現地にて、GPS 機能を利用した本システムの活用事例について以下に報告する。

① 使用機器

用水路施設管理支援システムと FieldWork をインストールしたタブレット端末及び GPS 受信機として使用した機器は下記のとおりである。

<タブレット端末>

- ・名称 : Surface Pro4
- ・OS : Windows10 Pro (64 ビット)
- ・CPU : 第 6 世代 Intel Core i5
- ・HDD : 128GB
- ・メモリ : 4GB

<GPS 受信機>

- ・名称 : HOLUX Wireless GPS Logger M-241
- ・更新レート : 1 秒
- ・衛星受信感度 : -159 dBm
- ・単独測位
 - 位置 3m CEP SA 無し
 - 0.1 秒/m
 - 時間 0.1 マイクロ秒で GNSS 時間と対応
- ・DGPS/ディファレンシャル測位
 - 2.2m 水平面の 95%
 - 5m 鉛直面の 95%



図-7 タブレット端末・GPS 受信機

② 現在位置表示

現在位置は、移動に追従し常に画面の中央に表示（+印）される。管理区域内で、現在地表示状況について確認した結果、測位精度については、大きなずれも無く運用上支障がないレベルであった。

ただし、画面は進行方向に拘わらず、画面上方が常に北になる北固定地図表示となっている。

（図－8）

施設選択後「確認」を押下すると、選択施設を画面中央に表示（☆印）し、施設及び施設周辺状況の確認も可能である。（図-10）

更に、「表示」を押下すると現在位置から目的施設までの方向が表示される。（縮尺は任意設定可能、図-11）

移動中も常に現在位置が画面中央に表示され、目的施設に近くなると画面内に目的施設が表示される。（図-12）



図-8 現在地表示状況

③ 施設選択及び方向表示

平常時又は緊急時において、現地確認等のため施設へ移動の際の機能として、目的施設を選定（路線名及び施設名リストから選定、図-9）し、施設位置の確認及び現在位置から目的施設への方向表示（直線）を行うことが出来る（図-11、12）。

この機能は、現地の習熟度が浅い管理者等の移動をサポートするものとして有用と考える。



図-9 施設選択画面



図-10 選択施設確認画面 (S=1/2,500)

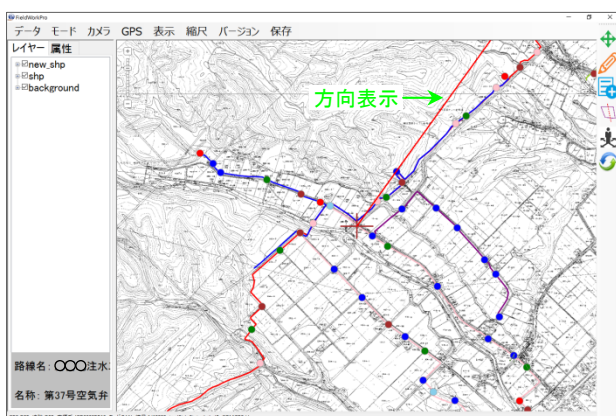


図-11 方向表示画面



図-12 移動中の方向指示画面

2-4 本システムの実用性と展開方向

① 現在地表示の追従性

現地において、車両での移動中における現在地表示の追従性の確認を行った。

走行速度 40km/hr 程度で、交差点を通過した際、交差点通過後に画面が更新され、1 秒程度の遅れ（通過後 10～15m 程度）があることが確認された。

この要因としては、GPS 受信機の更新レート（1 秒）若しくは PC の画像処理能力（背景図画像データ 1.7GB）が考えられるが、左折又は右折する際は減速することとなるため、そのズレは小さくなり実運用上支障となるものではないと思われる。

② 道路情報追加によるルート検索機能

現時点では、指定した施設への方向表示のための、道路等の画面確認が可能な表示（S = 1/5,000）にした場合（目的施設が遠く画面内に表示されない）の表示範囲では、現在位置の道路が目的地までのルートとして有効か否かの判断が出来ないため、方向表示方向に画面をスライド（手動）し、ルートの確認が必要となる。

このため、次のステップとして、必要に応じて道路情報を登録（SHP ファイル作成）することで、ルート検索が可能な機能の追加が課題である。

おわりに

用水路施設管理支援システムは、施設情報を電子データとして保管することで、資料の劣化防止及び省スペース化を図り、迅速に情報を得ることを目的に開発したものである。

これまで、本システムの外部プログラム設定機能により、別途整備されていた、図書検索システムやダム管理報告書作成システム等との連動を図り、施設管理の一元化を実現してきた。

この度、本システムで整理されていた背景図及び用水路施設の座標データを基に、FieldWork 用のデータ作成を行うことで、GPS 機能の利用を可能にした。また、現場において、現在位置と施設との位置関係を明確にすると共に、目的施設までの移動をサポートする機能を得ることにより、現場での活用を充実することが可能となった。

今回 GPS 機能の利用のため連動した FieldWork は、前述した如く、GIS ソフトで SHP ファイルを取込むことが出来るため、一般的な GIS ソフトで作成

した施設位置図（地形図等の背景図に用水路及び施設位置を描画）のデータを利用出来るので、本システムとは関係なく、単独での使用も可能である。

このGPS機能を利用することで、管理経験が浅く施設位置への移動に不安がある管理者、現地の地理情報に不慣れな場合等において、現場移動時のサポート機能として有用と思われる。

更に、写真撮影モードによる写真撮影と施設への関連付け機能、属性入力モードによるメモ機能（チェックリスト作成も可）があり、現地にて写真データや作業記録等の整理が完結するため、膨大な施設の現地調査を行う機能診断業務等での作業軽減が期待できるものと思われる。

ただし、現状でのタブレット端末のバッテリー駆動時間は約2時間（機種、使用状況によって異なる）と制約があるため、長時間の使用の際は、自動車バッテリー電源による充電対応が必要となる。

また、使用環境によって、防水・防塵機能を有するタブレット端末を選択するなどの検討が必要であろう。

今回、本システム検証の機会を与えて下さいました関係機関に対し厚く御礼申し上げますと共に、本報文集において弊社の開発実績について発表の機会を頂きました北海道土地改良設計技術協会に謝意を表します。

なお、FieldWork 開発元である有限会社ジー・ディー・アイ阿部直人氏には、本ソフトの機能追加等にあたり技術協力を得ましたことに厚くお礼を申し上げる次第です。

（株）アルファ技研

用語解説

- 1) FieldWork ; 有限会社 ジー・ディー・アイ
- 2) シェープファイル ; ベクタデータの記録形式の一つ。一般に広く公開されており、GIS 業界の標準フォーマットとも言われており、多くの GIS ソフトウェアで利用が可能。
- 3) ポリライン ; 連続した線で表された線データのこと、GIS で地図等を描く場合に使用される。
- 4) ArcGIS、; 米国 Esri 社が開発した GIS ソフト
- 5) オープンソースGIS ; あるライセンス契約の元、ソースコードが公開されているソフトウェアのことであり、そのライセンス下ではソフトウェアの改変とその再配布が許されている。
- 6) MapInfo; 米国 MapInfo 社が開発したGISソフト