

# 農業工学研究所技報

## 第201号

### 目次

農地法面の崩壊・侵食事例と圃場の造形成態の特徴 ..... 古谷 保・小倉 力・中尾誠司・加藤 敬 .....	1
生態系調和型生産調整としての野鳥観察田の環境便益 -農村計画における選択型コンジョイント分析の利用(2)- ..... 合崎英男・守山 弘 .....	13
中山間地域の農地基盤情報のオンサイトデータ更新システムの開発 ..... 山本徳司・安中誠司 .....	23
小水路の物理環境とメダカの郡泳について(流速と底質を環境因子とした実験から) ..... 竹村武士・小出水規行・奥島修二・山本勝利・加藤 敬 .....	37
デジタル航空センサーADS40によるデジタルオルソ画像と標高データの位置精度 ..... 福本昌人・島 武男・小川茂男・上杉晃平 .....	47
地下水人工かん養効果の判定手法の評価 ..... 石田 聡・今泉眞之・土原健雄・森 一司・轟木良則 .....	55
北海道東部の低層湿原の水循環-濤釣沼を例として- ..... 土原健雄・石田 聡・二平 聡・今泉眞之 .....	65
平地湖に流入する鹿島台地流域の水収支特性 ..... 松田 周・増本隆夫・久保田富次郎・吉村亜希子 .....	81
チャオプラヤデルタ上流東岸域における水配分計画と実際の水利施設操作の改善(英文) -タイ国水管理システム近代化計画における活動- ..... 柚山義人・ARULVIJITSKUL Pongsak・塩田克郎・鬼丸竜治・中沢 昇・藤崎隆志 .....	93
利根川の異常渇水管理のための簡易流量予測法 ..... 増本隆夫・袁 新・相澤頭之・久保田富次郎・松田 周 .....	125
農業副産物由来の炭化物利用について(英文) ..... マーシャル E. ウェイン・凌 祥之 .....	137
農業用排水路流着ゴミとその炭化物の諸特性 ..... 齋藤孝則・凌 祥之・山岡 賢 .....	147
ヘチマの植栽水路における水質浄化機能について ..... 長谷部 均・吉永育生・馮 延文・小山 純 .....	157
地すべりブロック内におけるため池の浸透防止工による地下水流動の変化 ..... 奥山武彦・黒田清一郎・中里裕臣・長束 勇 .....	165
電気探査連続測定システムによる地盤環境モニタリング ..... 中里裕臣・黒田清一郎・奥山武彦・朴 美京・金 喜俊・轟木良則 .....	173
簡便な軟質基礎地盤の非線形弾性特性評価法 ..... 田頭秀和・安中正実・向後雄二・増川 晋 .....	183

平成15年3月



独立行政法人農業工学研究所

農業工学研究所技報 第 201 号

理 事 長	佐 藤	寬
理 事	安 養 寺	久 男
企 画 調 整 部 長	宮 本	幸 一
總 務 部 長	加 藤	重 一
農 村 計 画 部 長	工 藤	清 光
農 村 環 境 部 長	袴 田	共 之
地 域 資 源 部 長	大 西	亮 一
農 地 整 備 部 長	執 行	盛 之
水 工 部 長	端	憲 二
造 構 部 長	竹 内	睦 雄

編集委員会

編集委員長

委 員

宮 本	幸 一
國 光	洋 二
上 村	健 一 郎
増 本	隆 夫
友 正	達 美
丹 治	肇
谷	茂
前 田	榮 一

TECHNICAL REPORT OF THE NATIONAL  
INSTITUTE FOR RURAL ENGINEERING

No. 201

SATO Hiroshi	President
ANYOJI Hisao	Executive Director
MIYAMOTO Koichi	Director, Department of Program Management and Coordination
KATO Shigeichi	Director, Department of General Affairs
KUDOU Kiyomitsu	Director, Department of Rural Planning
HAKAMATA Tomoyuki	Director, Department of Rural Environment
OHNISHI Ryouichi	Director, Department of Regional Resources
SHIGYO Moriyuki	Director, Department of Agricultural Environment Engineering
HATA Kenji	Director, Department of Hydraulic Engineering
TAKEUCHI Mutsuo	Director, Department of Geotechnical Engineering

EDITORIAL BOARD

Chairman : MIYAMOTO Koichi  
Editor : KUNIMITSU Yoji  
KAMIMURA Ken-ichiro  
MASUMOTO Takao  
TOMOSHO Tatsumi  
TANGI Hajime  
TANI Shigeru  
MAEDA Eiichi

# 中山間地域の農地基盤情報のオンサイトデータ更新システムの開発

山本徳司\*・安中誠司\*

目 次	
I 緒言	23
II 中山間地域の農地基盤情報のあり方	23
1 ITの現状	23
2 農村のIT化の現状	24
3 中山間地域の農地基盤情報整備の現状と重要性	24
4 情報更新の問題点	24
III 農地基盤情報のオンサイトデータ更新システムの概要	25
1 農地基盤データベースの構築	25
2 オンサイトデータ更新技術のコア技術	25
3 システム概要	28
4 運用方法	33
IV 稼働実験と問題点	33
V 結言	34
参考文献	34
Summary	35

## I 緒言

中山間地域の農地基盤に係る情報の管理は、耕作放棄地の有効利活用、優良農地の保全等、種々の中山間施策を総合的に推進していく上で、重要な役割を持つ。そのため、行政においては、これまでに、事業等の対応により、中山間地域の農地整備状況のデータ整備を行ってきた。

しかし、中山間地域では、社会的・自然的要因により、耕作放棄の状態、耕作形態、農道や農業水利施設の維持管理状態等、農地と農地に付随する道路、水路等種々の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ねば、情報は利用価値を失うこととなる。そこで、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を開発し、情報を継続的に有効に活用することが必要となる。

農地基盤情報を効率的・省力的に整備するためには、基本的には、航空写真撮影を基にしたデジタルオルソ画像や高解像度衛星データを利用し、農地、道路、水路等の空間基盤に関する情報を認識する画像分析技術を開発することが求められる。

しかし、中山間地域の地形的特性、道路、水路周辺の植生の繁茂状態、農地管理の現状を鑑みるに、これらの画像データだけでは、農地、水路、道路等の位置、面積、管理状態が認識されない場所も多く、人間の踏査による確認作業が必要となる。更に、現段階ではまだまだ高価であるデジタル画像を頻繁に利用し、基盤情報を更新することには経済効率上の問題がある。

そこで、本研究では、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、写真画像情報等の基盤データについて、現場での市町村担当者等の目視・聞き取り調査による情報更新作業を省力的に実施するため、近年急速に進みつつあるウェアラブル・コンピューティングとモバイル通信技術を駆使したオンサイトデータ更新システムの開発を行った。

なお、本研究は、行政対応特別研究「中山間地域等の農地基盤の適正管理のための情報管理分析システムの開発」（平成12～14年）において実施された。

## II 中山間地域の農地基盤情報のあり方

### 1 ITの現状

ネットバブルは崩壊したものの、インターネットの本質であるインタラクティブ性、増殖性は、今も社会経済に大きな変革をもたらしており、その周辺の技術としてのIT（Information Technology：情報通信技術）革命が、これからも急激に進歩していくことは否めない事実であろう。

我が国のIT革命においても、現在、インターネットとモバイル通信が中心的な役割を担い、普及は急速化し、高度化の技術も益々進化している。

日本のパソコン出荷台数は、2000年では1150万台にも上り、パソコンによるインターネット利用者数は3723万人、インターネットの利用者は2000年末で4708万人に及び、今後、2005年末には8720万人に増加すると予測されている。モバイル通信については、1999年末で5685万台が契約されており、2010年末には8100万台に到達すると予測されている。1999年の2月からはモバイル通信についても携帯電話専用のWebサイトにアクセスできるiモードに代表される文字情報サービスが開始され、情報サービスをモバイルで受けることが可能となった。また、高

\*農村計画部集落計画研究室  
平成14年11月26日受理  
キーワード：農地基盤情報，IT，ウェアラブル・コンピューティング，無線LAN

度情報通信ネットワーク社会への移行に対応して、ブロードバンドアクセスネットワークも整備が進み、現在の加入者数は、2001年3月段階のDSLで7万件が4月には11万件に伸び、急速なピッチでブロードバンド化が進んでいることが分かる。

さらに、2001年には、IMT-2000の導入等グローバル化、高速化が進み、工業社会から情報社会へのパラダイムシフトはさらに加速すると考えられる。

また、ITは、我が国の産業、経済の活性化を支えるだけでなく、少子化、高齢化、過疎化、グローバル化、多様な生活ニーズへの対応、環境問題の様々な諸問題に中・長期的な視点から対応していく必要性に迫られており、その諸問題のいくつかを解決するための方向性が示され始めている。

## 2 農村のIT化の現状

このような世界的なIT革命の中、農林水産業においても高度情報化が進み、農林水産経済、農山漁村の生活に多大な影響を与えている。

農村地域では、従来より、さまざまな地域単位での情報化が進行しており、1986年のグリーンピア構想、1989年からの活性化農業構造改善事業、1997年からの田園地域マルチメディア事業等により、農村地域への多元情報システム(MPIS)の導入を推進してきた。

農林水産省が平成11年に全国の市町村、総合農協を対象に、情報通信基盤の整備状況等について調査した結果によれば、組織内の情報通信網である「LANを整備している」と回答した市町村は、都市的地域で6割、それ以外の地域で4割、総合農協では3割となっており、総務省の調査(平成11年11月実施)による従業員規模100~299人規模の企業の平均普及率の7割と比較すると、かなり立ち遅れた状況にあると言える。

また、情報提供のためにインターネットやFAX通信等の「情報通信基盤を利用している」とした市町村は77%となっているが、インターネットを利用している割合をみると、都市的地域(71%)に比べ、平地農業地域(48%)、中間農業地域(56%)、山間農業地域(49%)で低くなっている。また、総合農協では54%が情報通信基盤を利用しているが、内訳ではFAX通信の利用が32%と高く、インターネットの利用は19%にとどまっている。

このように、農協や都市的地域以外の市町村においては、組織内の情報化やインターネットの活用状況に遅れが見られる。市町村や農協の情報化は、今後、行政や医療・福祉、金融サービス等の電子化を通じた住民の生活向上、生産・流通分野における情報通信技術の活用を通じた競争力の高い地域農業の確立等を進めていく上で不可欠であり、その取り組みを急ぐ必要がある。

農村における情報化の中で近年注目される動向としては、一つ目は地域情報化におけるインターネット利用技術の進展であり、二つ目は地理情報システム(GIS)の

利用の進展、そして三つ目が電子マネーや遠隔教育システム、地域医療情報システム等を含む農村地域総合情報化の動向である。

さらに、今後、情報通信技術の高度利用が急速に進む中で、都市に比べて民間主導による情報通信基盤の整備が進みにくい農村においては、整備の遅れに伴う都市との情報格差が、生活面や経済面における新たな格差を生じることのないよう、地方公共団体等による情報通信基盤整備の推進等の対策を講じていく必要がある。

## 3 中山間地域の農地基盤情報整備の現状と重要性

中山間地域には、土地、水、地域エネルギー、生物資源等の農林業の生産力を維持・向上させる地域資源が数多く賦存しており、食料や木材等を安定的に供給する役割だけでなく、国土保全、水源涵養、自然環境や良好な景観の保全等の役割を担い、保健休養、教育の場、文化の伝承等、人間の生活環境に安全と安らぎを与えている。

一方、近年の中山間地域においては、社会経済活動の急速な変化により、国土保全、農林業の生産力、自然環境の保全等の機能が減少し、また農林業労働力の流出や高齢化等による環境管理の粗放化という事態を招き、耕作放棄地にみられるような地域資源の荒廃という問題が顕著化してきている。

したがって、特徴ある高付加価値農業を確立し、農村に安らぎを求めて訪れる都市住民を受入れられるような活力ある中山間農村を形成し、担い手を維持・拡大し、耕作放棄の発生防止、農地の有効利用及び多面的機能の発揮を図るためには、地域資源を有効活用するとともに、棚田等の中山間地域特有の地域条件に適合した基盤整備を進める必要がある。そしてこれらの施策を推進するために、農地、道路、水路等の農地基盤情報だけでなく、それらを含む多様な地域資源情報の適正な管理を行うことが重要である。

しかし、都市区域の基本的な空間データが既に一定のレベルまで整備され、デジタル化が進められ、多様な形式で広く一般に利活用されているのに比較し、中山間地域への施策を適正に展開するために必要となる大縮尺の図面等農地基盤情報は整備されておらず、デジタル化も遅れているのが現状である。

そこで、中山間地域等の振興に関する総合的な政策の企画・立案・推進を所掌する農林水産省としては、施策の総合的展開に支障を及ぼさないためにも、また、中山間地域等直接支払制度の円滑な導入のためにも、デジタルオルソ画像及び、農地の区画形状等の空間データの作成及び、管理システム開発に必要な作業を早急に進めている。

## 4 情報更新の問題点

中山間地域等の農地基盤情報がひとたび整備されたとしても、これを中山間地域の施策に資するデータとして

継続的に活用するためには、基本的な問題が残る。それは、農地、水路、道路等の農地基盤情報は、時間的な変化が激しいため、時間的精度を保つには、データの更新を含めたメンテナンスが継続的かつ省力的に適切に行われなければならない点である。

中山間地域の農地基盤情報に限らず、データベースは、常に情報更新において、多大なる労力が伴う。

統計データやファクトデータなどの蓄積型の知識データベースは、最初に蓄積したデータに新規追加や書き換え更新することとなるので、労力が伴うものの、基本的には、同じフォーマットを基に情報更新をするのが基本である。しかし、地図情報のデータベースの更新の場合には、航空写真等を用いて作成されたベースマップは、基本的には図面そのものの差し替えをする必要がある。また、それに伴い、デジタルオルソ画像のラスター型データ、数値地形標高データ、農地団地形状データなどのベクタ型データとも、空間データファイルを作成するためには、基本的に航空写真測量を基に、変化点の更新部分のデジタルデータの作成を再度行う必要がある。この一連の作業は技術的には困難ではないが、経済的な問題が現段階では大きい。

経済的な問題の一つは、データ作成の作業量の膨大さであり、もうひとつは、航空写真測量費や衛星デジタル画像の購入費が高価なことである。

空間データは、国民の社会・経済活動が広域化していることを考えれば、地方公共団体の範囲を超えた広域のデータを国が先導的に整備していくものとするが、住民への行政サービスの観点から、より詳細な空間データベースを整備するためには、地方公共団体による整備も国と連携して実施していくことが初期経費の削減の観点からも重要である。

しかし、空間データの更新は、基本的には窓口業務での更新情報入力であることを考えれば、国が地方公共団体を先導するとしても、この窓口業務そのものの省力化に取り組まなければならないと考える。

航空写真からデジタルオルソ画像を作成し、農地、道路、水路等の地物をデジタル化する場合やアイコンスの衛星デジタル画像データを基にこの作業を行う場合でも、現在は、人間が入力業務をしているのが現状であり、この作業量は膨大である。よって、情報更新においては、このデジタル化作業の省力化技術の開発がブレイクスルーとなるであろう。

また、データ更新のシステムとして現在進んでいるのは、情報通信ネットワークを介した空間データの更新技術である。この考え方は、更新された情報を、情報更新者がオンラインで空間データベースにアクセスし、更新データを通信伝達することによって円滑にデータの更新を図るシステムである。農地基盤情報のように、時々刻々と変化する情報の場合には、それぞれの管理レイヤーに

対して、アクセス権を有するデータ更新者が責任を持ってデータの更新に当たることが望ましいことから、このようなシステムは有効な技術要素であると判断できる。但し、現場から更新情報が送信されてきた場合の更新情報の信頼性の確保やネットワーク内でのセキュリティの強化が重要な課題となってくる。

### III 農地基盤情報のオンサイトデータ更新システムの概要

#### 1 農地基盤データベースの構築

本研究で構築する農地基盤データベースは、中山間地域等における農業農村基盤の適切かつ総合的な整備に資するために、中山間地域等にかかるデジタルオルソ画像及び農地団地の区画形状等の空間データである。

作成されるデータの作成方法及びデータファイル仕様は「中山間地域等空間データ基盤作成作業デジタルデータ取得基準細則」及び「中山間地域等空間データ基盤作成作業データファイル仕様」により、データ作成は、農林水産省構造改善局制定「測量作業規程」(以下「作業規程」と呼ぶ)及び「測量作業規程の運用基準」に基づいて行われたものを利用する。

データ作成方法は、航空写真測量等を基にデジタルオルソ画像データ、数値地形標高データ、農地団地の区画形態データ、その他のデジタルデータを作成し、これらのデータファイルを作成するものである。

データの座標系は平面直角座標系を用いることとし、原則として起終点をもつデータ(以下「ベクター型データ」と呼ぶ)にあつては、国土基本図縮尺1/2500の図郭単位(2km×1.5km)に、デジタルオルソ画像データ(以下「ラスター型データ」と呼ぶ)にあつては、国土基本図縮尺1/2500図郭の1/4単位(1km×0.75km)に作成するものとする。

本作業で作成する空間データベースは、Table1～Table2のとおりとし、必要とする精度は縮尺1/2500の水準とする。


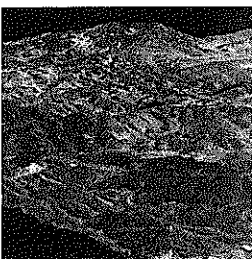
#### 2 オンサイトデータ更新技術のコア技術

本研究では、航空写真や衛星デジタル画像では認識されない農地、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、写真画像情報等の基盤データについて、現場での市町村担当者等の目視・聞き取り調査による情報更新作業を省力的に実施するため、近年急速に進みつつあるモバイル通信技術とウェアラブル・コンピューティング技術をコア技術として駆使したオンサイトデータ更新技術を開発する。

##### a モバイル通信技術

農地基盤情報のデータ更新を行う場合、これまでは、踏査及び聞き取り調査によって得られた情報を地図と野帳に記録することによって、更新データの蓄積を行う。

Table 1 地図基本データ  
Basic map data

<p>デジタルオルソ</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>・農地基盤情報システム専用のデジタルオルソデータを保持する。</li> <li>・専用データは、1/2500オルソ画像とし、全域分最大500m×500m四方で切り出し、本サーバに保持、または適時作成する。</li> </ul>
<p>数値地図</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>・国土地理院発行、数値地図2500のデータを基本情報とし、地域毎に管理する。</li> <li>・FrontEnd Applicationにて、参考画像としてオルソ画像と切替/重ね合わせで表示する地図データである。</li> </ul>

また、地図と空間データ台帳を現場において所持していた場合でも、紙の地図において、農地、水路、道路に関する位置データを確認してから、空間データの台帳を広げデータの更新内容を書き込むなり、または、地図上に直接、データの更新内容を記述するということが作業として考えられる。

これらの作業により得られたデータは、一度室内に戻ってから、手作業で整理され、その後、空間データベースの更新を行う。GISを活用してもしなくても、データ

の入力作業は、直接的ではなく、段階的なデータ整理を経て行われることとなる。

この方法だと、データを更新しようとする者と入力者が異なる場合もあり、現場で確認されたデータの更新内容が、作業段階で誤写される危険性も高い。そこで、近年急速な発展を見せるモバイル技術を利用し、更新作業を現場から直接、空間データベースにアクセスして、更新情報を送信することが可能となれば、これらの問題が解決できるものと考えられる。

モバイル通信サービスは、端末の小型・軽量化、多機能化等の技術革新や料金の低廉化等により、急速な成長を示しているにも関わらず、都市部や住宅等集積地域での領域拡大や高速化、大容量化が進む一方、中山間地域や農地部では、まだまだ通信圏域は拡大しておらず、中山間地域は通信環境上の条件不利地域となっている。これに対して、近年、これらの地域に対しては、低コストでのインフラ整備が可能な無線LANの活用が検討されている。無線LANが災害時に強いという観点から、防災用に無線LANを整備している自治体も出始めている。

未だ、無線LANは非モバイル系においてもサービスは開始されていないが、今後、無線LANやbluetoothなどのモバイル技術はビジネスチャンスになるものと考えられ、特に、低コストインフラでの領域拡大において、企業システムの構築は伸びていくであろう。

本研究においても、この部分の先取りとして、移動無線LANシステムをシステム開発のコア技術として採用することとする。

無線LANは、有線LANと異なり、ネットワークを電波や赤外線を利用して繋ぐLAN形式である。大きく分けて2つのタイプがあり、1つは、「電波」を使用するタイ

Table 2 基本主題デジタルデータ  
Basic digital data

種 類	内 容	記 入 要 領	主 な 項 目	色	形 状
団 地	農地、その他の土地から構成される範囲	範囲をトレースする 1ha以上、重複なし 道路・水路を含む		赤	ポリゴン
農 振 地 域	農業振興地域の整備に関する法律で決められた農業振興地域の範囲	農地の農振コードより範囲を決定		黄	ポリゴン
農 地	農地の最小範囲	範囲内側をトレース 畦畔、農地法面を含む	農振地域コード 字名 地目コード 混在地目コード	緑	ポリゴン
耕作放棄地	過去1年以上未耕作、かつ今後1年再耕作が明確でない土地	範囲内側をトレース	管理コード 調査年月日 地目	茶	ポリゴン
傾 斜 線	農地を代表する傾斜の位置と方向	標高の低い方向を向く矢印		赤	ベクトル
道 路	団地内の道路	中央をトレース 両側矢印	種類コード 全幅員コード 管理者コード	黒	ベクトル
用 水 路	団地内用水路	中央をトレース 流水方向に矢印・始点に丸印 開水路2.5m以上、管直径0.6m以上を対象	種類コード 全幅員コード 管理者コード	青	ベクトル
排 水 路	団地内排水路 用排水兼用の場合は用水路として扱う	中央をトレース 流水方向に矢印・始点に丸印 開水路2.5m以上を対象	種類コード 全幅員コード 管理者コード	紫	ベクトル

ブと、もう1つは、赤外線などの「光」を使用するものである。

赤外線については、ノートパソコン同士や他のモバイルツールとのデータ交換が主な用途になっている。これに対して、電波方式の無線LANシステムは、1998年、無線LANの規格が決まったのを受けて、低価格なWindows95/98/NT向け無線LANシステムが販売されはじめ、現在様々な場面で導入が検討されてきている。

赤外線とは違い、電波はある程度の厚さの壁や柱があっても使用できるので、自由なレイアウトが可能な点で、導入しやすいシステムであると言える。

特に、本システムの利用場所は、中山間地域の現場であることから、有線LANが使えない上、PHSや携帯電話も通信圏域外となる場合が想定される。また、現状の農村地域への情報インフラの進捗状況を鑑みても、集落中心の通信インフラは進んでも、圃場等の農地現場サイトで、情報通信が容易にできるとは考えられないことから、無線LANを導入することが有効であると考ええる。

無線LANでコンピュータをつなぐ機器は、基本的に、無線モジュールとアクセスポイントからなる。

無線モジュールは、データを電波に載せて飛ばすための機器であり、アンテナと、データを電波で飛ばす送信機、電波を受け取り、データに変換する受信機の3つの部分で構成されている。アンテナは、ほとんどの場合、複数の異なる形式のアンテナを内蔵している「ダイバシアンテナ」が使用されている。その中の受信電波の強いアンテナをセレクタで選んで使用する形式になっているので、より安定した通信環境を作れるようになっている。

アクセスポイントは、既存のLANと無線LANを接続するための機器である。アクセスポイントの構造は、無線モジュールと有線LANのブリッジに相当する部分、既存のLANケーブルのコネクタ部などで構成されている。ローミング機能がある機種では、PHSが移動中でも話ができるのと同様、ステーションを移動しても、全く同じ環境を引き継ぐことができる。

本システムのコア技術となる無線LANの導入においては、無線LANだけで構成される末端と移動端末間はインディペンデントBSS方式を採用し、アクセスポイントによって有線LANに繋がる移動端末と本サーバ間はインフラストラクチャー方式を採用した。

#### b ウェアラブル・コンピューティング技術

ウェアラブル・コンピューティングは、マサチューセッツ工科大学のメディアラボで最初に提唱された概念で、ヘッド・マウント・ディスプレイ等を表示装置とした超小型パソコンが服や腕時計など身につける物に組み込まれた端末で、本来作業や生活に支障をきたさず、人間の周囲の情報を獲得するGPSやCCDカメラなどの各種センサーを持ち、ネットワークに結合した装置のことを指し、パソコン、インターネットの次の展開として注目されて

いる。ヘッド・マウント・ディスプレイではないが、携帯電話やPDAもウェアラブル・コンピューティングの一つであると言える。

ウェアラブル・コンピューティングは、unconsciousがキーとなる技術であり、意識しないインターフェース、意識しないコンピューティング、意識しないネットワークが行われることが望ましい。軽量・小型で、行動を束縛せず、究極的には能動的操作を必要としないで情報を利用できることから、作業中に必要とする知識、図面などのデータを出力したり、作業中に記録すべきテキストや画像情報を入力したりと、スタンドアロンで利用する場合でも、多様な作業現場において利用の可能性がある。モバイル通信とのドッキング及びネットワーク化の進展に伴い、今後ますます用途範囲の拡大が考えられる。

特に、中山間地域に限らず、農地現場での基盤データ更新のための調査において、これまでは、風の強い、砂ぼこりの多い現場等で、地図図面や台帳、野帳を開いて、位置を確認したり、台帳とつきあわせたり、データを入力したりの作業を行うことは、大変な作業となる。

そこで、本システムにウェアラブル・コンピューティングを導入することで、空間データをヘッド・マウント・ディスプレイ等で参照できるとともに、データの更新を現場の端末機器から行うことが可能となり、現場での調査の円滑化、省力化、軽労化に貢献すると考える。

#### c コア技術の問題点

無線LANを用いたモバイル通信の問題点は、伝送量と電波環境の問題に集約される。

現在主流の規格はIEEE802.11bの11Mbpsであるが、有線LAN並の転送速度を実現するIEEE802.11a規格として54Mbpsも実現されており、ブロードバンドルータとしての利用も可能となっている。また、互換性を持つIEEE802.11g規格22Mbpsも仕様が規定されている。通信安定性、セキュリティに問題があり、データベースやマルチメディアデータを頻繁に扱う業務を中心とするLANには適さないが、現在、200Mbpsのデータ伝送を実現すべく、規格策定作業が進んでいるので、今後の可能性は開ける。

電波環境については、かなり制限がある。中山間地域においては、強い電波が周りを飛び交う環境ではないので、混信の問題は少ないが、次の3つの点で問題を呈する可能性がある。

##### (1) 高圧電線の問題

高圧電線は非常に強い電磁波を放射しており、山間部においては、電磁波の影響で混信してしまうことが考えられる。本研究における現場試験では、大きな問題は発生しなかったが、十分に考慮する必要がある。

##### (2) 天候による影響

雷は非常に強いノイズを出す。このノイズを拾って、電波に影響が出ることがあるので、雷が鳴っているとき



は、特に注意をして使用する必要がある。また、中山間地域では、落雷の危険性も高く、落雷の影響で、モデムに障害を与えることがある。これは、無線LANに限らず、有線LANでも問題となる部分である。

### (3) 建物、木々の問題

中山間地域でも、送信機と受信機が、互いに見える位置にあり、途中で電波を遮るものがない場合は問題ない。しかし、団地の形状が大きく湾曲している場合や、傾斜の変動が激しい場合は、山すそや建物が電波を遮ったり、傾斜によって送受信機間が見通せなかったりして、電波が届かない場合もある。

ウェアラブル・コンピューティングは、現段階では、ハードウェア、インターフェースともに十分な技術開発が進んでおらず、実用化はもう少し先になると考えるが、ここ数年の間に640×480VGAの1インチカラー液晶のヘッド・マウント・ディスプレイなども市販されはじめ、腕装着型のタッチパネルボードやバンド装着型マウスボールと組み合わせれば、試験的な段階としてはシステム構築が可能である。現段階で組み立てられるシステムについての問題点は、IV章において述べることとするが、基本的にウェアラブル・コンピューティングが抱える問題点があるので、ここでは、その点について触れておく。

まずは、ヘッド・マウント・ディスプレイがまだ十分な軽量化を実現しておらず、かなり軽量であるディスプレイでも70g程度あるため、長時間の着用に対する装着者のストレスが大きい点である。

また、入力インターフェースは、unconsciousを基本とするのならば、音声入力が望ましいのであるが、現段階では、実用に耐えるインターフェースとしてもジョイスティックまでであり、本システムで導入した、マウスボールとタッチパネル式では、結局入力のための作業行動が伴うこととなり、unconsciousを実現していないと言える。

## 3 システム概要

本研究において開発するシステムは、固定式の農地基盤データベースの管理サーバとなる本サーバ、データ転送を受け持つ移動サーバ、データ送受信機となる端末機器としてのモバイルターミナルからなるFig.1のようなネットワークシステムである。

このシステムは、中山間地域の農地での使用を目的に、調査者が現場で利用する携帯のモバイルターミナルから全データが管理されている本サーバまで、シームレスにデータの更新ができるような仕組みとなっている。

### a 本サーバ

県庁、市町村等の管理拠点に設置する本サーバは、農地基盤データベース更新システムの全システムとデータを維持管理するアプリケーションからなる基幹GISサーバであり、全地域の農地、道路、水路等の空間データ及び協定農地、保全対象施設に関わる参加者、畦畔法面管理者、

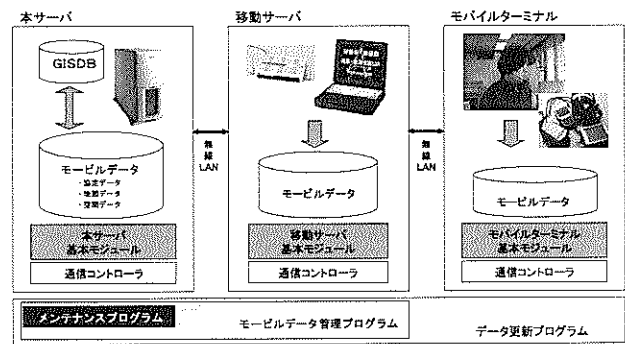


Fig.1 システム概念図  
System concept figure

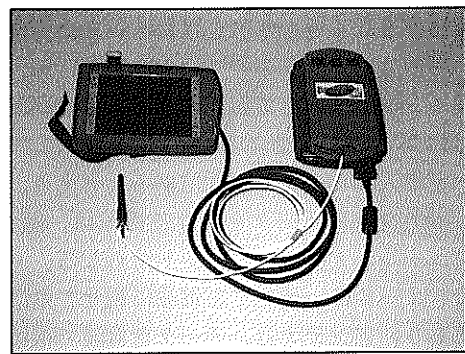


Fig.2 ウェアラブル PC  
Wearable personal computer

直接支払者とその額等の協定データを維持管理する。移動サーバとの有線によるデータ送受信が可能であるが、無線LAN用のアクセスポイント機能も実装している。全データセットから移動サーバ用に指定地域・地区の縮小データセットを作成する機能を持つ。

### b 移動サーバ

移動サーバは、農地基盤データベース更新システムにかかわる全データから、調査地域内の複数の地区分を切り出したデータを格納している。これは、①モバイルターミナルに本サーバ内にある調査範囲すべてのデータを搭載するほどの容量や処理能力がないため、移動サーバに分割データを搭載させ、そこから必要データだけを取り出すため、②モバイルターミナルからの本サーバへの直接的な更新を行わず、移動サーバにモバイルターミナルからの更新データを集約し、チェックしたものを本サーバに送るためである。本部データベースとの同期は、無線・有線LANを通じて行う、通信環境が未整備または不利な地域においても、極小の時間で本部サーバ内のデータが更新可能になる。自動車への搭載を前提に、基本的には、本サーバと同じアプリケーションサービス群を搭載している。

### c モバイルターミナル

モバイルターミナルは、農地基盤データベース更新システムにおいて末端ユーザのためのシステムであり、ユーザフレンドリーなシステムとして構築する。現段階では、ウ

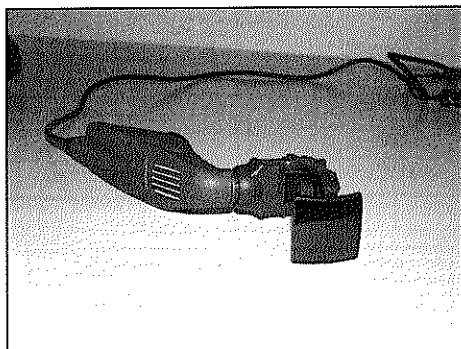


Fig.3 ヘッド・マウント・ディスプレイ  
Head mounted display

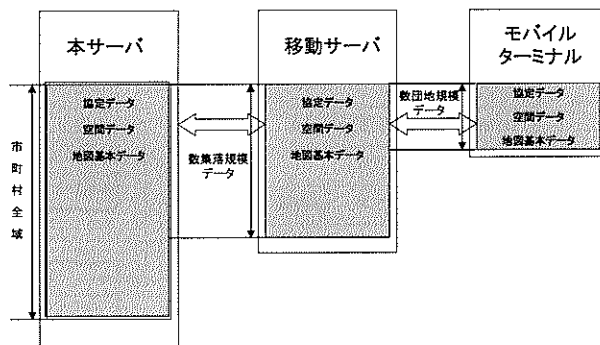


Fig.5 各サーバ間のデータセット方式  
Data set system between each server



Fig.4 ウェアラブルPCの装着時の状況  
Situation of wearing of wearable PC

ウェアラブルPCとしては、サイブナー製MA-4 (Fig.2) のPCMCIAカードスロットにIEEE802.11b PCカードを搭載し、ほとんどの操作をペンインターフェースで行えるFrontEndアプリケーションを作成し、搭載する。フィールド調査においては、移動サーバより、データを転送したモバイルターミナル1台を持ち出し、現場における協定データの確認と簡易編集を行うことができるようにする。簡易編集されたデータは、移動サーバと同期をとり、リアルタイムに更新を行う。

ディスプレイ部は、同サイブナー社のHM-4 (Fig.3) のヘッド・マウント・ディスプレイを利用している。コンバイナユニットは、透過タイプとミラータイプがあるが、屋外では、周囲が明るいため、基本的には、ミラータイプの使用が望ましい。装着した状況はFig.4である。

d データセットの考え方

現場でのデータ更新作業の簡易化を図るためには、本サーバ、移動サーバ、モバイルターミナル間のデータの送受信を適正に行う必要がある。また、データ入力作業を現場で行うためには、簡易な操作で基本的項目だけが参照できる他、更新に必要な最小データのみを更新できるシステムとする必要があることから、本サーバ、移動サーバ、モバイルターミナル間でFig.5に示すような規模で、各データの分割データを送受信することとした。

但し、後に述べる現場での稼働実験においては、試験的にセットしたF県T町F地区のデータ量が少ないので、本サーバ、移動サーバ間においては、すべてのデータを転送するようにした。

e アプリケーションの概要

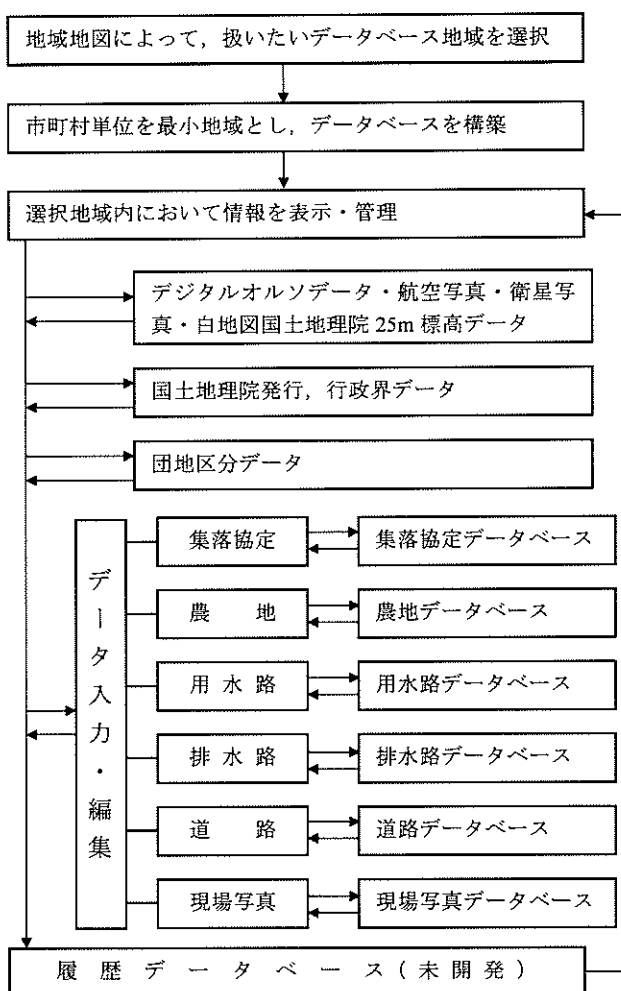


Fig.6 データ更新作業のルーチン  
Routine of the updating work

農地基盤データ更新システムのプロトタイプのアプリケーション設計においては、農村振興局整備部（当時構造改善局建設部）の「中山間地域等空間データ基盤製作業実施要領」平成11年12月に基づき作成されたF県農林水産部の「農地及び土地改良施設等基本主題データ原稿図作成要領書」並びにF県T町の集落協定書の様式事例を分析し、更新時に必要なデータ要素として農地、道路、用水路、排水路を抽出し、Fig.6にあるデータ更新作業の

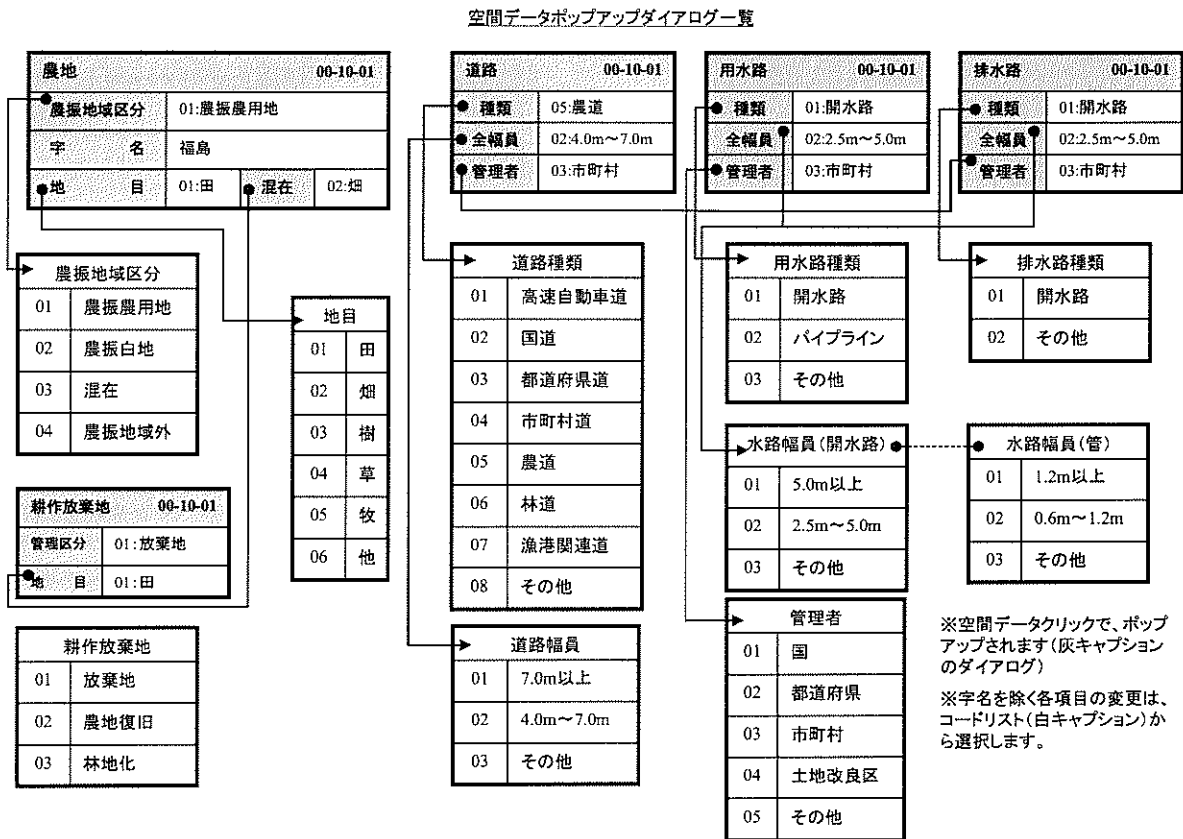


Fig.7 空間データの表示と編集  
Display and edit of farmland base information

ルーチンを策定した。

農地、道路、水路の空間データベース構造と集落協定様式事例の分析及びウェアラブル機器による現場での更新作業の簡易化を考慮して、農地基盤情報更新システムは以下のような特徴を有するシステムとして設計した。

(1) 地図データは、デジタルオルソ画像に、協定データ、空間データがレイヤーとして表示できるシステムとした。

(2) 協定データは、農地ごとに詳細表示をして管理編集ができるようにした。

(3) 空間データは、農地、道路、用水路、排水路の一覧編集と詳細編集ができ、協定データとリンクするようにした。空間データの更新にはFig.7のようなポップアップダイアログを利用できるようにした(Fig.8~Fig.9)。

なお、道路や水路の管理状態に関するデータ更新は、連続するラインデータ-路線ごとに設定される。よって、属性が変化する場合は、ラインデータを分割してデータ管理する必要が生じる。また、メタデータについては、備考に入力するようになっているが、更新日ともに、履歴データベースに保存される仕組みが必要である。但し、データのフォーマットは現時点では準備していないため、今後の課題となる。

(4) ペンツールバーにより、団地、農地、道路、用水路等の描画による図形データの修正を可能にした。

(5) 現場で撮影された写真を画像データベースに整理できるようにした。

また、本システムは汎用性と廉価性を重視して開発されているために、以下の有用性が確認できるような設計方針を立てている。1点目は、OSに大きく依存しないレンダリング技術を用いている点である。そこで、Windows95/OSR2/98/2000/XPまたはサブセット版のWindowsCEでもデータの操作が可能とした。また、OpenGLインターフェースを使用することによって、OpenGLを使用できる環境へは移植が容易となることから、LinuxBaseへの移植の可能性が広がる。更に、WindowsCEでは常に通信環境下であり、大きなデータを保持しなくても連続的なデータを通信環境下で編集する機能を持っている点で有効なOSと言える。2点目は、特殊な地図管理、描画システムに依存しない3D表示技術を開発した点である。オルソ画像、航空写真などを使い、簡単にそしてリアルに地形図を作成、リアルタイムレンダリング技術で高速に3D描画を可能としている。また、ハードスペックについても、特別なものではなく、一般的で、安価なPCでも高速で動作が可能となるようにした。本システムでの推奨スペックは、PentiumIII 800Mhz程度、GraphicAccellertorは市価で1万円程度のものを使用しても、性能に合わせ、高速にレンダリング動作させる設定を可能とした。また、航空写真、衛星写真、もしくは

【農地】

管理者

農地管理者を選択  
(農地管理者とは、集落協定の構成員です)

地目

「田」「畑」「樹(=樹園)」「草(=草地)」「牧(=採草放牧地)」「他(=その他)」を選択

管理状況

管理状況を4段階(優・良・可・不可)で選択

【道路】

管理者

道路管理者を選択  
(道路管理者とは、集落協定の構成員です)

全幅員

「7.0m以上」「4.0m~7.0m」「その他」を選択

管理状況

管理状況を4段階(優・良・可・不可)で選択

【用水路】

種類

「開水路」「パイプライン」「その他」を選択

管理区分

「国」「都道府県」「市町村」「土地改良区」を選択

管理状況

管理状況を4段階(優・良・可・不可)で選択

Fig.8 データ入力画面一覧  
Data input and management list display

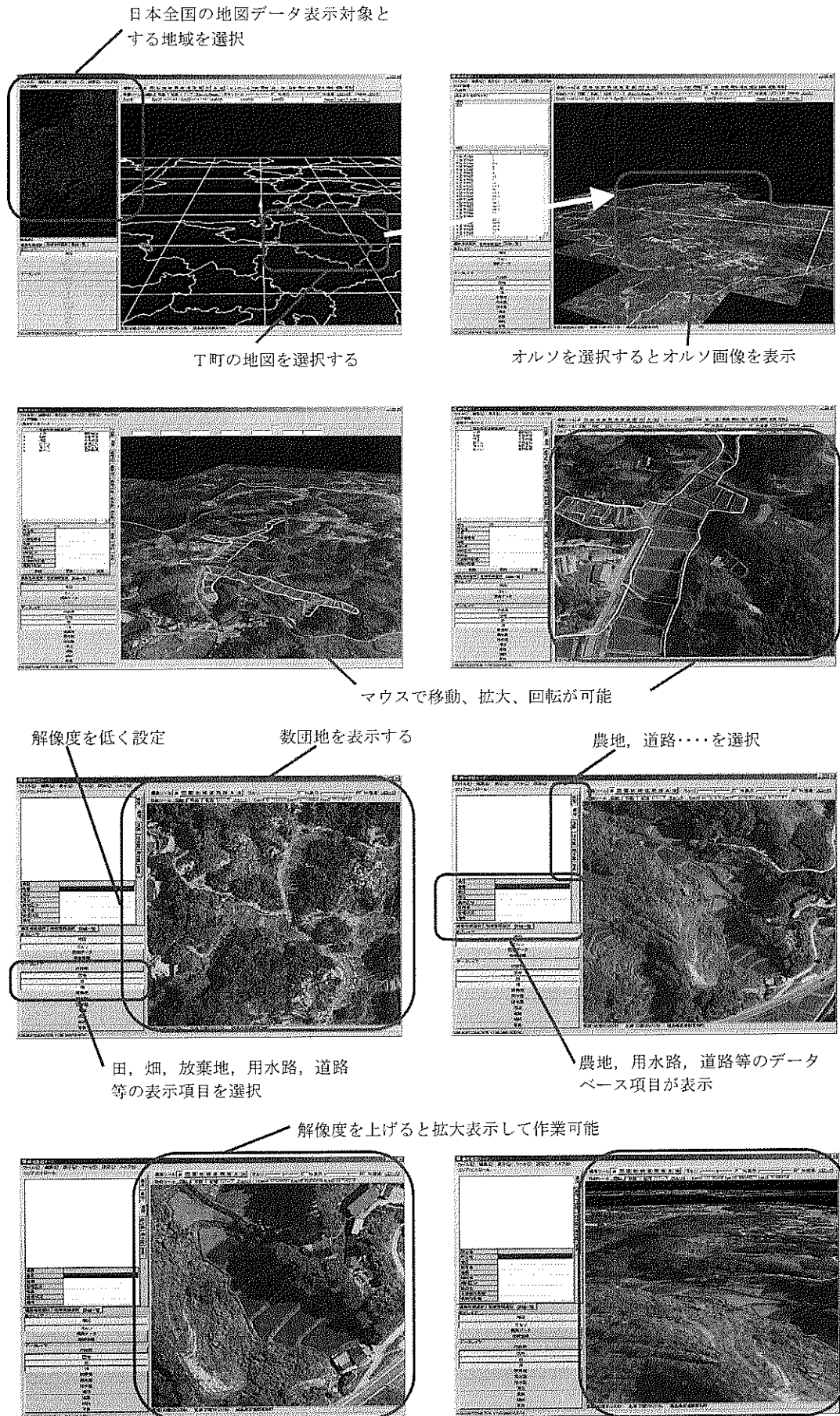


Fig.9 実用型アプリケーションの概要  
Outline of used type application

イラスト等の形式にとらわれないデータを取り込むことを可能とした。NotePadのようなものでデータの設定が可能なので、汎用的な写真などでも使用可能である。3点目は、安価なデータベースシステムでも運営、稼働できるシステムとした。このため、データベースはソフトにとらわれないODBC接続を使用し、可搬性、互換性を高めた。この場合、ODBC接続なのでデータのSecureを維持する場合、安全性に優れたデータベースを使用することが可能となった。また、高価なDBを接続せずに安価なDBを使用しても、数万件ほどのトランザクションにも耐え、運営することが可能となるように構築した。今回利用したデータベースはフリーウェアのpostgresqlである。更に、Local環境下ではDBを使用せずにCSVファイル形式で管理を可能とし、独自のデータ形式においても高速に動作が可能である。4点目は、接続性に優れたユーザーインターフェースを使用しているために接続を意識させないシームレスコネクト技術を利用している点である。よって、接続は常に無線、有線を意識せずに接続が可能である。

#### 4 運用方法

本システムは、作業者が農地基盤データの更新のための調査において、現場に出かける場合に、本サーバから必要な地域の地図データ及びテキストデータを移動サーバにダウンロードして、車載し、現場近くまで出かける。現場に着けば、作業者は、モバイルターミナルを装着し、移動サーバから約200mの範囲内の制限で、調査対象となる農地を目視確認できる位置まで移動し、モバイルターミナルから移動サーバにアクセスし、集落規模の地図データとテキストデータをダウンロードする。現在、目視されている農地基盤データの地図と団地、空間データ、協定個別データのテキストデータが、モバイルターミナルのモニターに表示され、更新作業ができるようになる。目視調査の結果、現況等が変化していた場合は、データを書き直した後、データを送信することによって、移動サーバ内のテキストデータが更新される。農地そのものの形が変化している場合については、描画システムにより、描画のレイヤーに更新部の図形を入力する。これは、データが送信されるが、これによって、移動サーバ内の地図データが更新されることはない。作業者は、その集落での作業が終われば、次の地点に移動し、同様の操作によって、新たな集落のデータセットをダウンロードし、データの更新作業を行う。データが更新された移動サーバは、通信状態を常に監視し、本サーバにアクセスが可能となった時点で、自動的に、更新データを本サーバに送信する。

もちろん、モバイルターミナルを使わず、車内から調査を行い、車載された移動サーバから直接データ更新を行うことも可能である。

#### IV 稼働実験と問題点

稼働実験では、送受信の安定性においては、試験的にセットしたT町F地区の全データを本サーバから移動サーバに無線LANを用い室内で転送した。室内でのデータ転送に問題はなかった。次に、現場において、移動サーバから、無指向性高利得アンテナと平面アンテナを用いて、全データを転送したところ、原因不明な点も多いが、定性的には、高圧電線下、建物、木々の影響等が見られた。高圧電線下の場合、繋がる場合と繋がらない場合があった。また、互いにアンテナが見えていても、傾斜の変動が激しい場合、建物がある場合は、電波が届かない場合もあった。中山間地域では、安定的に送受信ができるのは、見通せる場所で、せいぜい200m程度と考えて良い。しかし、移動サーバとモバイルターミナルを繋ぐシステムとしては有効な距離であった。

モバイルターミナルのウェアラブル化に当たっては、ザイブナー社の入力用のボールマウス並びにペンツールを使ったが、この操作はたいへん難しく、屋外での作業では、熟練が必要と判断された。中山間地域での使用においては、歩行行動時登り下りが多いことから、ヘッド・マウント・ディスプレイの装着ズレが生じること、目視調査では短い時間に多方向を向くため、太陽の位置によっては、ディスプレイが見えにくくなること等が障害となった。よって、新規性は低いが、より一般的なユーザーを想定して、WindowsCE版のPDAを利用した普及の可能性の高いシステムの開発が必要である。

ヘッド・マウント・ディスプレイは、VGAビデオ信号対応で、解像度は680×480であるが、2時間程度使用した場合でも、かなり眼の疲れが見られた。室内などの一定の光量の場において利用する場合は、ある程度の使用ストレスに対応できるが、屋外で複雑な歩行をしながら使用する場合は問題がある。また、本機のマニュアルには、画面全体の色が切り替わるパターンの表示がてんかん発作を引き起こす原因となる場合があると警告されており、これについても、PDA等の検討をすべきである。

アプリケーションについては、主として次の4点が利用上の問題となった。第一は、現システムでは、本サーバ、移動サーバ、モバイルターミナルに、データの規模は地域-地区-団地と変わるものの、データベースそのものが転送されるため、モバイルターミナルではセキュリティ上送信すべきでない情報や容量上送る必要のないデータも送信することとなる。そこで、更新に関係のないデータやセキュリティ上転送が妥当でないデータを除外するよう、本サーバにおいて選択できるようにすべきである。

第二は、今回開発したアプリケーションでは、モバイルターミナルから移動サーバ、移動サーバから本サーバへとデータが移動するが、このとき、更新されたデータが元データに置き換わってしまうため、更新履歴が残ら

ない。履歴は重要なデータとなることから、更新される前のデータを順次履歴データベースに格納するようなシステムに改良すべきであろう。この際、履歴データの参照は、履歴日時によって検索できるようにするべきである。

第三は、データベース自体を転送するシステムとなっているため、地図データについてもデジタルオルソ画像データを送るようになっており、レスポンスが低い。そこで、モバイルターミナルと移動サーバ間は無線を利用し、テキストデータと地図基本データについてはJPEGデータを送受信することにし、レスポンスの改良をすべきである。

第四は、場所の誤認識によるデータの誤入力の問題である。今回の稼働実験では、モバイルターミナルのPCMCIAカードスロットが1枚だけなので、GPSを搭載することができず、別途GPSによって位置確認を行い作業を行ったが、精度上の問題もあり、GPSは位置確認のための有効な方法にはならなかった。本システムでは、調査者が現場を熟知している技術者と想定しているが、より汎用化を目指すためにも、今後、PDA版の開発に伴い、GPSの搭載について検討を行う必要がある。

## V 結言

中山間地域施策の適正な推進に寄与する農地基盤情報の管理に当たっては、社会的、自然的要因により時々刻々と変化する農地基盤情報を効率的かつ省力的に情報更新することが必要である。そのためには、画像情報の土地水利用状況センシング技術の高度化により効率的な情報更新を図る一方、画像では認識されない情報の省力的な更新技術の開発が求められる。

そこで本研究では、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、写真画像情報等の農地基盤データを、現場での目視・聞き取り調査により、省力的に更新するため、ウェアラブル・コンピューティングとモバイル通信技術を駆使したオンサイトデータ更新技術のプロトタイプを開発した。

その結果、以下のことが明らかとなった。

(1) 本サーバ、車載用の移動サーバ、末端現場で調査者が更新作業を行うための手持ちのモバイルターミナルからなるデータ転送システムを考案した。モバイル化によって、データが自動的に本サーバまで転送され、野帳からの書き写し労力や誤写が発生せず、データ更新作業の省力化が図れる。

(2) 各システム間は、11Mbpsの伝送量をサポートするIEEE802.11b規格の無線LANで繋いだ。稼働実験において、中山間地域等のフィールドにおいては、被視直線距離で約200mまではデータ送信の安定性が確保された。

(3) ウェアラブルPCとヘッド・マウント・ディスプレイのシステムについては、中山間地域での使用におい

ていくつかの問題があったが、今後の方向性を示唆するシステムとなった。

(4) 接続性に優れたユーザーインターフェースを使用しているために接続を意識させないシームレスコネクト技術を利用した点については、他のモバイル通信システムにも適用可能である。

(5) オンサイト農地基盤情報更新の基本アプリケーションとしては、次のような特徴を有することが必要であると判断した。

- (i) 集落協定のデータは、農地ごとに詳細表示をして管理編集ができるようにする。
- (ii) 空間データは、農地、道路、用水路、排水路の一覧編集と詳細編集ができる。協定データとリンクさせることにより、協定データからでも、空間データからでも参照、編集ができるようにする。
- (iii) ペンツールバーにより、団地、農地、道路、用水路等の描画による図形データの修正を可能にする。

本研究において、当研究所では、現場で省力的に農地基盤情報を更新するためのプロトタイプシステムを独自に開発した。利用に当たっては、担当部局毎にカスタマイズの必要性があるが、野帳や地図のハードコピーを持たずに、データ入力を行える作業のITプロセス化は完成したので、今後、モバイルターミナル部について、PDAバージョンを開発し、普及に努める予定である。

## 参考文献

- 1) 日経 BP 社出版局 (1998) : 情報・通信新語辞典 98年版, 日経 BP 社
- 2) 農林水産省構造改善局建設部 (1999) : 中山間地域空間データ基盤作成作業実施要領
- 3) 総務省 (2001) : 平成 13 年版情報通信白書 特集加速する IT 革命, 株式会社ぎょうせい
- 4) 山本徳司 (2001) : 景観シミュレーションの基礎と応用 (その 12) —バーチャル・リアリティの現状と方向性—, 農土誌 69 (7), 67-71
- 5) 安井健治郎 (1999) : 自分でできる無線 LAN 入門, 株式会社ディー・アート, 32-68
- 6) 郵政省 (2000) : 平成 12 年版通信白書 特集 IT がひらく 21 世紀, 株式会社ぎょうせい

# Development of Onsite Updating System of the Farmland Base Information

YAMAMOTO Tokuji and YASUNAKA Seiji

## Summary

A database on agricultural infrastructures is essential for taking comprehensive measures to promote mountain villages, such as developing systems for paying villages directly. However, the maintenance state of farmlands, farm roads and channels invariably change, necessitating frequent updating of data. The study group developed a wireless LAN communication system using wearable computing and mobile communication technologies, to form the basis of an onsite information updating system for agricultural infrastructures, enabling the positions, areas, and maintenance states of farmlands, channels, and roads to be easily updated at the site.

**Keywords** : Farmland Base Information, Information Technology, Wearable Computing, Wireless LAN



# 農業工学研究所の機構及び所在地

理 事 長  
理 事  
監 事  
企 画 調 整 部 長  
総 務 部 長  
農 村 計 画 部 長  
農 村 環 境 部 長  
地 域 資 源 部 長  
農 地 整 備 部 長  
水 工 部 長  
造 構 部 長

茨城県つくば市観音台二丁目1番6号  
(郵便番号 305-8609)

DEPARTMENTAL ORGANIZATION OF THE  
NATIONAL INSTITUTE FOR RURAL ENGINEERING  
INDEPENDENT ADMINISTRATIVE INSTITUTION

President

Executive Director

General Auditor

Director, Department of Program Management and Coordination

Director, Department of General Affairs

Director, Department of Rural Planning

Director, Department of Rural Environment

Director, Department of Regional Resources

Director, Department of Agricultural Environment Engineering

Director, Department of Hydraulic Engineering

Director, Department of Geotechnical Engineering

1-6, Kannondai 2-choume,  
Tukuba City, Ibaraki,  
305-8609 Japan

本技報から転載、複製をする場合は独立行政法人農業工学研究所の許可を得てください。

## 農業工学研究所技報 第201号

平成15年3月20日 印刷

平成15年3月28日 発行

## 独立行政法人農業工学研究所

茨城県つくば市観音台二丁目1番6号  
郵便番号 305-8609 電話 029 (838) 7505 (情報資料課)

TECHNICAL REPORT  
OF THE  
NATIONAL INSTITUTE FOR RURAL ENGINEERING

No. 201

March 2003

---

CONTENTS

FURUYA Tamotsu, OGURA Chikara, NAKAO Seiji and KATO Takashi	
Examples of Failure and Erosion in Embankment Slope and its Characteristic Configuration of Reclaimed Farm .....	1
AIZAKI Hideo and MORIYAMA Hiroshi	
Valuing Environmental Benefit of Bird-Watching Paddy Field as Adjustment Policy of Rice Production Considering a Harmony with Ecological System .....	13
YAMAMOTO Tokuji and YASUNAKA Seiji,	
Development of Onsite Updating System of the Farmland Base Information .....	23
TAKEMURA Takeshi, KOIZUMI Noriyuki, OKUSHIMA Shuji, YAMAMOTO Shori and KATO Takashi	
Experiments of Relationship between Physical Environment and Behavior of Medakafish Assuming Small - scale Channels .....	37
FUKUMOTO Masato, SHIMA Takeo, OGAWA Shigeo and UESUGI Syouhei	
Positional Accuracy of Digital Ortho Images and Elevation Data Obtained by Digital Airborne Sensor ADS40 .....	47
ISHIDA Satoshi, IMAIZUMI Masayuki, TSUCHIHARA Takeo, MORI Kazushi and TODOROKI Yoshinori	
Method of Detecting Effect of Artificial Recharge of Groundwater .....	55
TSUCHIHARA Takeo, ISHIDA Satoshi, NIHARA Satoshi and IMAIZUMI Masayuki	
Water Circulation of Tohtsuruto swamp in the East Part of Hokkaido .....	65
MATSUDA Shuh, MASUMOTO Takao, KUBOTA Tomijiro and YOSHIMURA Akiko	
Water Balance Characteristics of the Kashima Plateau Watersheds Joining to Plain Lakes .....	81
YUYAMA Yoshito, ARULVIJITSKUL Pongsak, SHIODA Katsuro, ONIMARU Tatsuji, NAKAZAWA Noboru and FUJISAKI Takashi	
Improvement of Water Allocation Planning and Practical Operation in the Upper East Bank of the Chao Phraya Delta -Activities under the Modernization of Water Management System Project in Thailand- .....	93
MASUMOTO Takao, YUAN Xin, AIZAWA Akiyuki, KUBOTA Tomijiro and MATSUDA Shuh	
An Integrated Method for Discharge Forecast to Manage Severe Droughts in the Tone River .....	125
Wayne E. Marshall and SHINOGI Yoshiyuki	
Utilization of Agricultural by-product-based Carbons .....	137
SAITO Takanori, SHINOGI Yoshiyuki and YAMAOKA Masaru	
Properties of Charcoals Which are Made from Trash Flown Down to Irrigation and Drainage Canal .....	147
HASEBE Hitoshi, YOSHINAGA Ikuo, FENG Yanwen and OYAMA Jun	
Water Purification Experiment Using <i>Luffa Aegyptiaca</i> .....	157
OKUYAMA Takehiko, KURODA Seiichiro, NAKAZATO Hiroomi and NATSUKA Isamu	
Changes of Groundwater Flow System after Consolidation of Irrigation Pond Located in a Landslide Block .....	165
NAKAZATO Hiroomi, KURODA Seiichiro, OKUYAMA Takehiko, PARK Mikyung, KIM Hee Joon, and TODOROKI Yoshinori	
Application of Continuous Measuring System of Electrical Resistivity to Geoenvironmental Monitoring .....	173
TAGASIRA Hidekazu, YASUNAKA Masami, KOHGO Yuji and MASUKAWA Susumu	
An Simplified Estimating Method of Non-linear Elastic Property of the Soft Foundation .....	183

---

NATIONAL INSTITUTE FOR RURAL ENGINEERING  
INDEPENDENT ADMINISTRATIVE INSTITUTION

Tsukuba, Ibaraki, 305-8609 Japan