

「先端技術を活用した国土管理技術の開発」

国土技術政策総合研究所

国土地理院

独立行政法人 土木研究所

独立行政法人 建築研究所

1. 研究目的

地理的に脆弱な我が国の国土において、安全・安心で豊かな国民生活の実現等を推進するため、国土管理システムに関する研究開発を行うことが重要である。国は災害から国民の生命・財産を守らねばならないが、特に国土交通省では公共構造物等の維持管理を所管しており、地震対策をはじめとする各種防災対策に早急に取り組みねばならない。防災等の業務においては、情報やシステムを共有して効率性と有効性を高める必要があり、そのために国が国土レベルでの技術開発を研究し、その成果を地方自治体、国民等への還元及び普及を図るのが最も効率的である。そこで、本研究では、近年進歩が著しいIT、リモートセンシング、GIS等の先端技術を活用して、国土管理に必要な情報の収集・処理・管理・解析を一貫して行う「国土管理システム」の構築・利用技術に関する研究開発を行うものである。

2. 研究内容

本研究は、国土管理システムの構築技術に関する研究と防災・環境保全を中心とした情報利活用のケーススタディに関する研究から構成される(図-1)。研究成果の概要については、以下のとおりである。

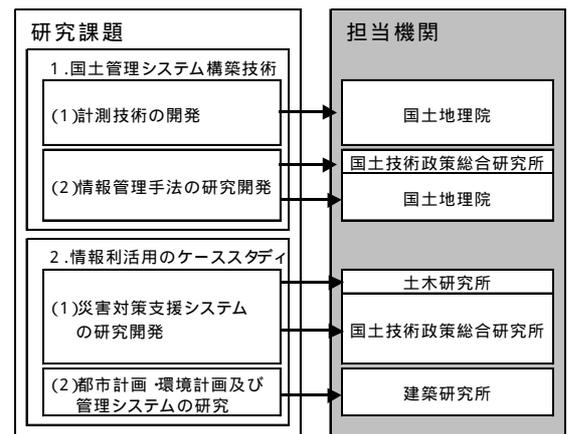


図-1 研究課題の構成

2.1 国土管理システム構築のための計測技術の開発

2.1.1 GPSの高度利用技術の開発

本研究では、商業電源及び一般公衆回線の電話が未整備な地域でリアルタイムに地震・火山活動・地滑り等による地殻変動を監視できるよう、携帯型のRTK-GPS観測システム(図-2)を構築するとともに、自家発電による電源供給のための可搬型電源供給装置を開発した。

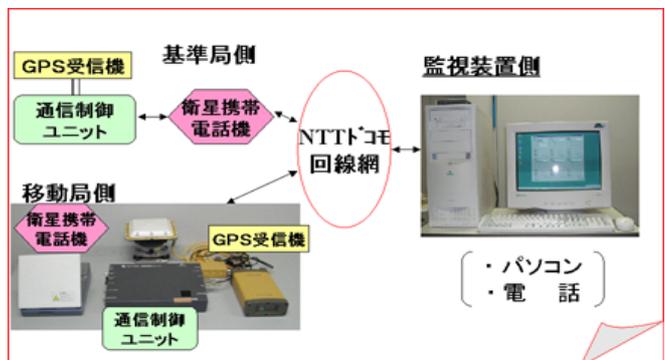


図-2 RTK-GPS観測システムの構成

システム性能の検証を目的として試験観測を行った結果、基準局と移動局との基線長が5km未満の場合においては、基準局側の基準データを元に移動局側でRTK-GPS観測が行えることが実証された。観測結果の解析についても、監視装置に解析表示ソフトウェアを導入し、移動局の変化に応じた変動を正確に捉えることに成功した。

システム性能の検証を目的として試験観測を行った結果、基準局と移動局との基線長が5km未満の場合においては、基準局側の基準データを元に移動局側でRTK-GPS観測が行えることが実証された。観測結果の解析についても、監視装置に解析表示ソフトウェアを導入し、移動局の変化に応じた変動を正確に捉えることに成功した。

## 2.1.2 合成開口レーダ（SAR）の取得・処理・利用技術の開発

本研究では、航空機 SAR によるデータの取得・処理及び利用技術として、数値標高モデル（DEM）作成技術の確立と地物の判読技術の向上に関する技術開発を行った。

DEM 作成技術では、合成処理によるレーダシャドウ領域の除去技術を開発するとともに、雲・噴煙下での情報取得を実現し（図 - 3）、SAR 技術が災害等の情報取得に有効であることを実証した。また、植生領域での評価及び相関

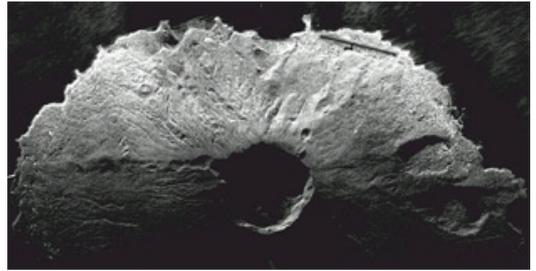


図 - 3 雲・噴煙下で取得した SAR 強度画像

処理・コヒーレンス閾値の違いによる評価を行い、DEM の精度向上のための手法を整理した。次に、地物判読技術では、道路幅員と判読率の関係を明らかにするとともに、様々な地物が SAR 画像中にどの様に再生されるかを個別にまとめた地物判読カードを作成した。さらに、地物に含まれる画素の強度値から求めた平均・分散・尖度・歪度のパラメータを使って土地被覆分類を行い、森林・田・池等が分類できる可能性を示した。

## 2.1.3 スキャン式レーザ測距儀による斜面地形計測・解析技術の開発

本研究は、地上及び航空機からスキャン式レーザ測距儀を用いて、大規模斜面崩壊（岩盤崩壊、地すべり等）による災害に対し、斜面の地形変化状況の面的計測技術及び防災分野への応用を目指すものである。

地上型スキャン式レーザ測距儀では、岩盤斜面等で現地計測を行ったレーザデータから等高線図を作成したところ、計測距離が約 300m でも 1m 間隔での地形表現が可能であり、大規模斜面崩壊のモニタリングに十分適用できることが判明した。航空機搭載型レーザスキャナでは、植生が及ぼす影響を調べることにより、詳細な地形モデルが作成できることを確認した。また、紙地図や航空写真などから読みとれる情報と比較して、微地形の計測が可能であることが明らかになった（図 - 4）。さらに、作成した河川縦断面図が地すべり履歴の推定や地形分類の検討に有効であることや、傾斜データを利用した数値解析により、地すべり移動域・定着域を自動抽出できることが示された。

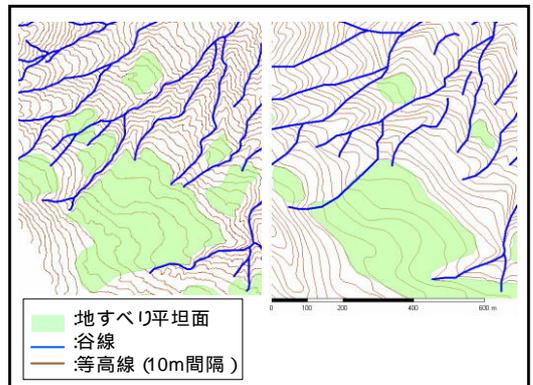


図 - 4 判読結果の比較  
（左：本手法、右：紙地図）

## 2.2 国土管理システム構築に向けた情報管理手法に関する研究

### 2.2.1 GIS を利用した統合情報基盤の開発

本研究では、国土管理情報を連携、共有化するための国土管理情報基盤の構成を提案するとともに、今後国土管理情報を関係主体間で標準の交換方法に従って交換する国土管理基盤データを抽出し、概念モデルを提案した。さらに、国土管理基盤データを統一的な方法で整備するために、応用スキーム、データ辞書作成の基本方針を提案するとともに、作成事例を提示した。特に、災害や自然現象など動的に変化する情報を地理情報標準に従って応用スキームを作成する事例が少ないことから、動的データの GIS 作成ルールについて提案した。また、データ整備、管理者がデータを整備、管理、提供していくための運用方法についても提案を行った。

これらの成果は、今後の応用スキーム作成、データ整備の支援のために、「国土管理情報基盤整備の手引き(案)」として報告書にまとめ、利用していただく予定である。

## 2.2.2 空間データの品質評価手法統一の研究開発

本研究では、利用者が利用目的に応じて空間データを客観的に評価する基準を作成するとともに、既存の空間データに対する評価の具体的方法とその信頼度の分析等を実施し、品質要素ごとの評価結果の表現方法等について検討を行った。まず、ISO/TC211 及び国内の地理情報標準における「品質原理」と「品質評価手順」について最新動向調査を行うとともに、空間データ基盤を作成・販売している企業及び団体に対しアンケート調査を実施し、これらの調査結果をもとに品質評価基準（案）をとりまとめた。また、品質評価基準（案）の改良すべき要点を整理し、数値地図2500のデータ、精度管理表等を使用し、品質評価基準（案）を適用して品質評価実験を実施し、地物類型化等品質評価手順の妥当性及び抽出検査の妥当性を導出した。さらに、地理情報標準に準拠した品質表現方法や空間データ基盤における認証方法、調達者、製作者、二次利用者等の評価結果の活用方法について提案を行った。

## 2.2.3 メタデータの記述・引用方法の研究開発

本研究では、現在多数の機関において地図、画像、文献等の様々な形態で存在している地理情報について、その所在・内容・入手方法などの情報に関する情報（メタデータ）を、位置的・時間的なキーワード等を用いて検索することのできるデータベースシステム（クリアリングハウス）を構築した。

情報検索の国際規格である Z39.50 プロトコルを用いて、複数のノードサーバに対して一斉に検索（分散検索）が可能なメタデータ分散検索システムを構築し、平成 13 年に運用を開始した（図 - 5）。現在、

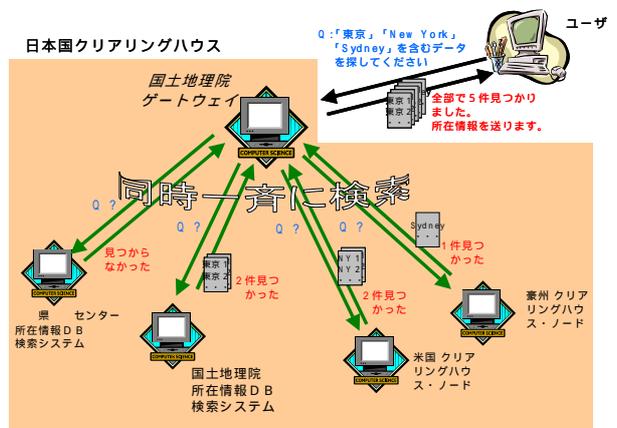


図 - 5 国土地理院クリアリングハウス

国内 20 件、海外8件のクリアリングハウス・ノードを登録し運用中となっており、月のアクセス数は約6000～7000件である。また、関連ツールとして、データベースサーバ構築者向けの「地名等辞書データ」を作成するとともに、国内におけるメタデータ仕様 JMP1.1a の作成を支援する「メタデータエディタ」（1.12 版）を開発し、インターネット上での提供を開始した。その後、最新の国際標準規格に合わせて JMP2.0 案を試作し、そのためのメタデータ作成支援システムの開発を行った。

## 2.3 先端技術を活用した災害対策支援システムの研究開発

### 2.3.1 GIS を活用した河川流況予測システムの研究開発

本研究では、解析技術等を基盤として、表 - 1 本研究で開発した河川流況予測モデルの位置付け中小河川に特有の多様なニーズや観測施設・データの存在状況に柔軟に対応できる河川流況予測技術の開発を行うことを目的とした。本研究により開発・検証された洪水流出解析手法を表 - 1 に示す。

		水文観測施設・データ	
		不十分	十分
必要とされる予測精度	相対危険度判断（～従来）レベル	・メッシュ型 合成合理式モデル ・B TOPMCモデル	既存（研究不要）
	高精度レベル	WEHYモデル (B TOPMCモデル)	(WEHYモデル)

メッシュ型合成合理式モデルは、ハイドログラフの定量的予測は困難であるが、観測資料が不十分でも、レーダ雨量と基本的な GIS 資料を基盤として容易に構築できる。一方、米国カリフォルニア大学デーヴィス校と共同で開発した山地小流域物理的水文モデル（WEHY モデル）は、水文資料が不十分な流域においても高精度の洪水予測を実現しているが、構築に労力を要する。そこで、流

量資料の存在を前提としつつも、より簡便に精度改善を図ることを目的として、BTOPMC（領域分割型地形ベース洪水追跡）モデルの洪水予測への適用研究も合わせて実施した。以上により、水文資料が不十分な流域を含めて多様な条件・ニーズに対応できる洪水予測技術を開発した。

### 2.3.2 洪水氾濫被害最小化のための氾濫原管理システムの研究開発

本研究では、防災担当者が洪水時に浸水の現況情報及び解析に基づく浸水予測の情報共有を行うことで、的確な情報提供や緊急対応を支援するシステム（洪水氾濫を対象とした危機管理支援システム）の構築を目的とした。

本システムは、図 - 6 に示す 6 つのサブシステムから構成される。このうち、氾濫予測システム内の氾濫解析モデル（浸水現象を精緻に予測が可能のように小河川や農業用排水路等（下水管渠を除く）の排水システムを計算に考慮しているモデルで、外水及び内水による氾濫状況の予測と予測結果の表示が可能）及び避難解析システム（最適な避難所や避難路の選定、避難勧告・指示の伝達方法・タイミング等の判断支援を行うシステム）の構築を完了した。これら構築済みのサブシステムを活用することにより、

安全な避難経路の検討、浸水危険性や住民の移動距離を考慮した避難場所の設定、避難情報等の発令支援、防災訓練・防災教育など、実際的な危機管理対策への利用が可能となる。

### 2.3.3 宇宙・情報技術を活用した震災対策支援システムに関する研究

本研究は、広域に広がる地震被害を迅速に把握し震災対策を支援することを目的として、リモートセンシング技術の災害対応への導入について検討を行うものである。検討は、技術ユーザー側（地方整備局等現場サイド）・技術提供側（リモートセンシング技術提供側）双方から行った。

技術ユーザー側からは、地方整備局に対するヒアリングを行い、リモートセンシング技術の災害対応への導入イメージを作成した。また、リモートセンシング技術導入によるメリットを抽出するとともに、現場へのリモートセンシング技術の導入にあたって考慮すべき事項について検討した。その結果、円滑な導入・利用のためには、リモートセンシング技術の利用効果が明確である大規模災害時だけでなく、頻度の高い規模の災害時や平常時業務においても活用できることが必要であること等が明らかとなった。次に、技術提供側から、リモートセンシング技術の地震被害施設への試験的適用を行った。これにより、被害箇所把握までの所要時間等課題はあるものの、取得データから被害概要を概ね検出可能であることを把握した。これらの成果を踏まえ、リモートセンシング技術の災害対応への活用方策をわかりやすくとりまとめ、地方整備局等におけるリモートセンシング技術導入の支援ツールとした。

### 2.4 先端技術を活用した都市計画・環境計画及び管理に関するシステムの研究開発

#### 2.4.1 生態情報の統合化及び活用に関する研究

本研究では、環境アセスメント支援システムとして、国土に関する各種の情報を整備した GIS 情報基盤と個別事業に関する情報や環境調査のデータを重ね合わせて、法アセスの各段階で必要な情報を提供するシステム（生態情報活用システム）の開発を行った。

本システムでは、「事業計画範囲に出現する動植物リストの作成」、「生物の希少性・多様性評価」及び「希少猛禽類の行動圏解析」などの生態情報解析機能を実現するとともに（図 - 7）、日本の

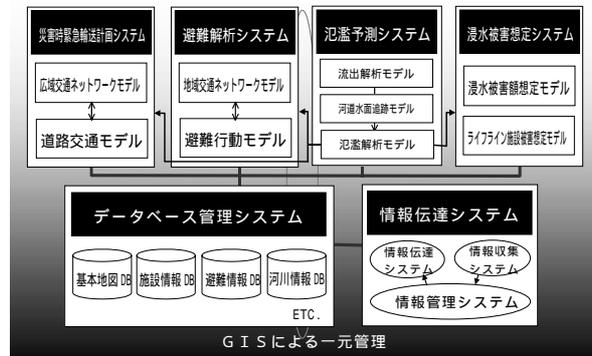


図 - 6 洪水氾濫危機管理支援システム

陸域に生息する動植物の種目録や、環境省及び各都道府県のレッドデータブックから収集した特定種のデータ等をデータベースとして整備しており、生物から見た開発地域の評価に必要な情報を提供する。導入分野としては、道路建設、ダム建設など、主に陸域での事業を想定しており、本システムを活用することで、「保全対象」の抽出とこれに基づく効率的な現地調査計画の立案、効率的で精度の高い「自然環境評価図」の作成などが可能となる。

#### 2.4.2 住宅市街地における環境情報技術の開発

本研究では、住宅市街地の開発に際して屋外温熱要素である気温、湿度、風速、放射がどのような状況になるかを数値シミュレーションで再現し、人間の体感指標を用いて居住性の評価を行うシステム（屋外温熱環境シミュレータ）を開発した（図 - 8）。ビル風予測等に用いられている CFD（Computational Fluid Dynamics、数値流体解析）を温熱評価モデルに拡張し、対流・放射・湿気を連成したアルゴリズムを開発するなどの要素技術の基礎を固め、同時に評価システムを都市公団の具体の開発物件に適用して実務面からの検討を行い、設計支援ツールとしての手法をとりまとめた。本研究により、温熱快適性の視点から、宅地開発の設計評価や建物、緑地の配置、形状の最適化などを行うことが可能となり、居住環境の向上に役立つと期待される。

#### 2.4.3 市街地情報の活用技術の開発

都市計画分野で用いられている市街地情報の整備・活用において、GIS の重要性は極めて高いと考えられるが、その普及水準はいまだ低いままである。そこで、本研究では、各自治体が都市計画分野において自ら GIS を導入する際に核となる要素技術として、「地区区分技術」及び「市街地データの更新技術」の開発を行った。

「地区区分技術」では、都市計画における土地利用のコントロール手法の多くが建築物の規制・誘導に基づくことに着目し、市街地環境に大きな影響を与える建築物の連担性を判別する技術の開発を行った。また、「市街地データの更新技術」では、特に都市計画分野において概ね 5 年に一度行われている基礎調査によって得られる建築物に関するデータの時系列的な管理を目指し、異なる調査時点のデータ間で建築物を同定する技術について開発を行った。

### 3. おわりに

本研究の成果として、「国土管理の概念と必要となる技術（案）」、「国土管理における情報基盤のあり方」、「個別課題報告」及び「まとめ」の 4 章から構成される最終報告書を作成した。今後、開発した各種支援ツール、マニュアル、仕様、基本方針(案)等の普及を図っていく予定である。

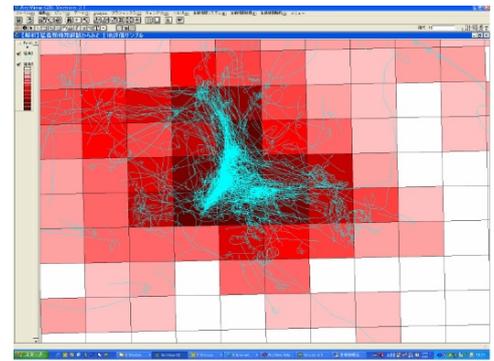


図 - 7 猛禽類飛翔経路から見た土地の評価



図 - 8 集合住宅における風の道の検証

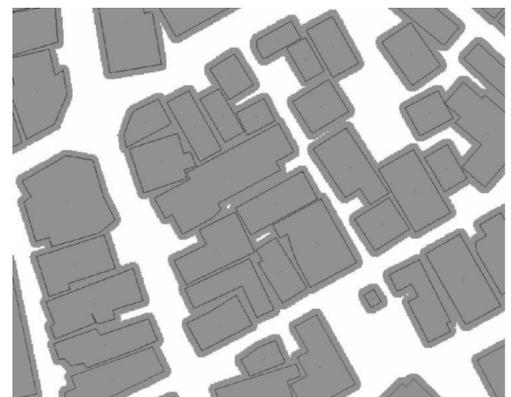


図 - 9 連担建築物の抽出