GIS次世代情報基盤の構築手法及び活用に関する調査研究
Research on Construction Method of GIS Infrastructure and Its Utilization for Next Generation

測図部　高橋英尚・南雲吉久・渡辺信之・浦部ぼくろう・水野時夫
Topographic Department　Hidehisa TAKAHASHI, Yoshihisa NAGUMO,
Nobuyuki WATANABE, Bokuro URABE, Tokio MIZUNO
企画部　佐藤　潤・小荒井衛・林　　孝
Planning Department　Jun SATO, Mamoru KOARAI, Takashi HAYASHI
地理情報部　飯田　洋
Geoinformation Department　Yo IIDA

要　旨

国土交通省では，国土交通省総合技術開発プロジェクトによる研究「GISを活用した次世代情報基盤の活用推進に関する研究」（以下，『GIS総プロ』という）を建設省から引き続き実施し，平成14年度に３か年に渡る研究を終了した。これは，国土交通省におけるGIS及びそれらを構築するためのデータ群の利活用を目的としている。本稿はこの『GIS総プロ』を構成する要素のひとつであり，国土地理院が中心となって実施した国や地方公共団体の建設行政において利用するGISの基盤データ構築に関する研究についての報告である。

本研究では，まず，建設行政用各種GISで利用する空間データ基盤の相互利用を図るため，異なるシステム間で共通に利用できる基盤地図データ「建設行政空間データ基盤」を策定し，製品仕様書（案）を作成した。また，この製品仕様書（案）に従ったモデルデータを作成し，実際に構築した実験システムにおいて実証実験を行ない，製品仕様書（案）の有効性を検証するとともに，基盤データの構築手法について検討した。

次に，民間地図データの建設行政業務への適用性について品質要件と品質評価手法を提案するとともに，建設行政での利用例を例示し，検討課題等を抽出した。

さらに,GISの基盤となる地図データを効率よく作成する，あるいは更新するための研究として，地図データ作成のための要素技術（特に最新の測量技術である航空レーザ測量や高分解能衛星画像を利用した地図作成の技術等）についての調査を行ない，精度検証の手法やデータ利用の方法等について調査・検討した。

１．はじめに

平成７年１月の阪神・淡路大震災等の教訓を踏まえ，関係省庁の密接な連携の下にGISの効率的な整備及びその相互利用を促進するため，平成７年９月，内閣に「地理情報システム（GIS）関係省庁連絡会議」が設置され，これまでGISの普及のために必要な施策が講じてられてきた。このうち，GISを全国に普及させるためには，都道府県程度の広がりを持つ地域においてGISを有効に利活用する先進事例を構築し，その有用性を実証することが効率的であるとの観点から，総務省，経済産業省及び国土交通省の３省は，平成12年度～平成14年度にかけて，「モデル地区実証実験」を実施した。これは，全国７府県（岐阜県，静岡県，大阪府，高知県，福岡県，大分県及び沖縄県）をモデル地区に指定し，国，地方公共団体，民間等の密接な連携のもと，データ整備，データ流通，そのための技術開発，各種業務で利用するためのアプリケーションの開発等について実験を行うものである。

このように国や地方公共団体のGISに対する様々な取り組みが進む中，国土地理院では，国土交通省内のGISの普及とデータの相互利用を推進するため,『GIS総プロ』の研究の一環として，岐阜県地区におけるモデル地区実証実験と連携して，本研究「GIS次世代情報基盤の構築手法及び活用に関する調査研究」を実施した。この研究は，国土交通省にとどまらず，国や地方公共団体等における建設行政という大きな枠組みの中では共通するものの，個別の運用面では異なるGISで,共通に利用できる地図基盤データを構築し，効率的なデータ整備手法について提案しようとするものである。なお，表－１に『GIS総プロ』の枠組みを示す。

表－１　『GIS総プロ』の構成

研究課題名*1)	研究機関名*2)
GIS次世代情報基盤の構築手法及び活用に関する研究	国土地理院
品質要件・評価手順の基準（案）作成	国土地理院
ネットワークを介したGISの統合利用について	国土地理院
河川・道路事業におけるGISデータの連携活用	国土技術政策総合研究所
道路GISデータの整備・更新方法	国土技術政策総合研究所
携帯型情報端末による現地調査システムの実証実験	建築研究所

*1)　研究課題名は正式な名称ではない。

*2)　研究機関は複数にまたがっている場合は,主なものを掲載。

２．研究概要

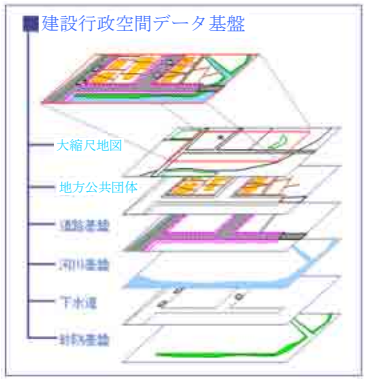
本研究では，建設行政におけるGISの基盤データの整備や整備後の修正に係る諸問題，特に，経費の削減に効果的な解決策を提案するため，①データの相互利用，②既存データの利活用，③効率的かつ迅速なデータの更新という３つの異なる視点からのアプローチを試みたものである。①のデータの相互利用では，建設行政で利用されている異なるシステム間でのデータの相互利用を図るため，共通の空間データ基盤である「建設行政空間データ基盤」を策定し，「建設行政空間データ基盤製品仕様書（案）」を作成した。また，②の既存データの利活用においては，一般に市販されている民間データを積極的に活用していこうという観点から，民間データの利用方法や品質の評価方法について調査し，その結果を「民間地図データ利活用のガイドライン（案）」としてまとめた。さらに，③の効率的かつ迅速なデータの更新に必要な要素技術の調査を行うという視点から，現在測量の分野で注目されている技術について調査した。特に，航空機搭載型レーザスキャナを使った測量については，キャリブレーションサイトの構築とガイドラインの作成を，また，高分解能衛星画像を使った地形図作成については，画像基準点の構築と地形図修正ガイドラインの作成を行った。また，それぞれの技術について，精度検証の手法に関する研究も併せて行った。

３．建設行政空間データ基盤の構築

３．１　建設行政空間データ基盤の策定

国土交通省や地方公共団体等が行っている河川管理，道路管理，都市計画，上下水道の管理等，社会基盤整備に関する行政を建設行政と呼ぶこととする。この建設行政の各分野では従来から積極的にGISの導入が図られ，業務の効率化や高度化に大きな役割を果たしてきた。しかしながら，各種GISの基盤となる地図データについては，その事業主ごとあるいはシステムごとに整備が行われており，各システム間の相互利用が図られていないのが現状である。各行政主体では，このGISに必要とされる基盤地図データの整備に莫大な経費を費やしている。植生や道路，建物といった地物は常に変化しており，地図データは一度整備したからといってそれで終わりではなく，GISとしての機能を果たすには，常に最新の地理データとして維持するために頻繁な更新が必要となる。また，GISで利用される地図データは，地物の位置情報の座標の集合体としてだけではなく，それぞれの図形と図形の関係に意味を持つデータにしなければならず，データの整備や更新を一層困難なものにしている。

国土地理院が作成している地形図のように，標準的なデータが配信され，それを皆が利用するしくみとは違い，それぞれのシステムが，独自に仕様を定めシステムの運用を行い，各々のシステムごとに自分が必要とするデータを自ら都合の良い形式で整備しているGISの現状では，データの形式を統一するのは，事実上不可能である。そこで本研究では，地理情報標準の理念に従い，相互にデータ交換ができる仕組みを策定し，必要に応じて異なる主体が保有するデータを迅速に交換できる体制が提案された。図－１にその概念を示す。本研究においては，この仕組みを，「建設行政空間データ基盤」と称することにした。



図－１　建設行政空間データ基盤のイメージ

建設行政空間データ基盤は，地理情報標準に準拠し，その構築は，地理情報標準第１版（JSGI），地理情報標準第２版(JSGI2.0)の内容を反映させたものとなっている。

３．２　各種GIS空間データ基盤の仕様調査

表－２に示すとおり，本仕様書を策定する上で参考とした基盤地図データ（空間データ）の仕様書は，河川，道路，都市計画等の７つの種類に及ぶ。それぞれの仕様とそれぞれの業務を突き合わせ，品質要件や業務の内容を調査・整理し，問題点及び相違点について検討を行ってきた。また，仕様類の調査と併行して，建設行政の業務分析を行い，それぞれの業務が必要とする基盤地図データの項目と仕様について，詳細な調査を行い，整理した。

表－２　　各種の共通基盤空間データ仕様一覧

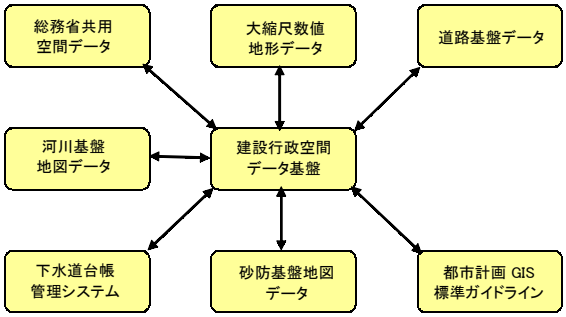
既存の仕様等	応用スキーマ	所管部門
大縮尺数値地形図に係る仕様書記載事項及び品質（案）	有	国土地理院
河川基盤地図データ作成のガイドライン（案）	無	国土交通省河川局
道路基盤データ製品仕様書（素案）	有	国土交通省道路局
都市計画GIS標準化ガイドライン（案）	無	国土交通省都市・地域整備局
下水道台帳管理システム標準仕様（ISO/TC211準拠）	有	(社)日本下水道協会
土砂災害防止法に使用する数値地図作成ガイドライン（案）暫定版	無	(財)砂防フロンティア整備推進機構
共用空間データ基本仕様書	無	総務省

３．３　応用スキーマと製品仕様書（案）の作成

建設行政空間データ基盤製品仕様書は，平成11年度の研究作業「建設省次世代GIS情報基盤の設計に関する調査」でその理念や方針が示され，同年に実施した「建設省統合型地理情報システムの構築手法及び活用に関する調査研究作業」において「建設省空間データ基盤製品仕様書（案）」として具体的な仕様の原型が示された。この「建設省空間データ基盤製品仕様書（案）」は，平成12年度に改良が加えられ，更に，国土交通省発足直後の平成13年度に「建設行政空間データ基盤」と名称を変更し，平成13年度及び14年度に，仕様の見直しと改良，製品仕様書（案）の改訂を行ってきた。

建設行政空間データ基盤では，各空間データ基盤で共用性のある地物を抽出し，それを建設行政空間データ基盤のデータ項目としているが，個々の地物について，どの空間データを建設行政空間データ基盤の地物として利用するかを定義し製品仕様書（案）としている。

図－２に「建設行政空間データ基盤」と各種空間データの関係を示す。これら異なる空間データ基盤は「建設行政空間データ基盤」という共通の空間データ基盤を介して，相互にデータの交換を行う。このために，それぞれの空間データの仕様や業務内容を精査するだけでなく，地理情報標準に基づいた応用スキーマを必要とする。応用スキーマが整備されていなかった空間データについては，それぞれ応用スキーマの試作を行った。各空間データの応用スキーマは，共通項目の相互比較を行い，定義の違い等を整理し，これらの結果をもとに「建設行政空間データ基盤製品仕様書（案）」に改良を加え，逐年改訂を行ってきた。



図－２　建設行政空間データ基盤と各種基盤的空間データの関係

３．４　XML変換ソフトウェアの作成

国土交通省地方整備局の河川系事務所においては，河川基盤地図が河川GISの基盤地図データとして利用されている。これを対象として，平成12年度に応用スキーマを試作した。また，この応用スキーマに基づいてXMLデータに変換するエンコーダの開発を行い，XMLに符号化された試作データを作成した。平成13年度は，XMLデータから河川基盤地図データのDGN形式に逆変換するデコーダの開発を行い，CAD上で表示することにより，試作した河川応用スキーマやそのスキーマに基づいて符号化されたXMLデータの有効性や問題点等を明らかにした。

図－３は河川基盤地図データの元データを示し，また，図－４はXML化した河川基盤地図データをデコーダにより，DGNファイルに変換しCAD上で表示した結果である。この結果から，データ変換の可逆性が証明され，応用スキーマとXML形式によるデータ交換が可能であることが示された。

図－３　河川基盤地図データの表示

図－４　XMLデータからDGNへの変換結果

３．５　モデルデータの試作と実証実験

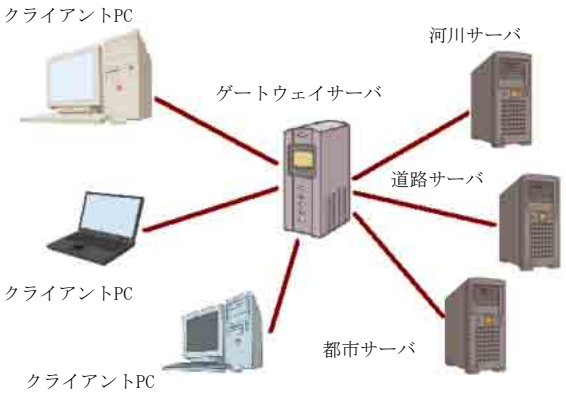
平成14年度に改訂した「建設行政空間データ基盤製品仕様書（案）」に基づき，同年，運用実験用モデルデータの試作と実証実験を行った。対象地域は，岐阜県大垣市内の国土交通省の直轄河川及び直轄国道が交わる約３km^2の範囲（図－５）である。データ試作に使用した基盤地図データは表－３のとおりである。

図－５　データ試作の対象範囲（岐阜県大垣市）

表－３　データ試作のための基盤地図データ

資　　料	提　供　者
河川基盤地図データ	国土交通省中部地方整備局木曽川上流工事事務所
道路台帳附図	国土交通省中部地方整備局岐阜国道工事事務所
大垣市都市計画基本図データ	岐阜県大垣市
大垣市地番現況図データ	岐阜県大垣市

この実証実験では「建設行政空間データ基盤」の有効性を確かめるため「建設行政空間データ基盤管理システム」の開発を行った。建設行政空間データ基盤管理システムとは，「建設行政空間データ基盤製品仕様書（案）」に定義されたデータ（共通データ）を運用管理するための仕組みであり，ネットワーク上に分散配置された各事業者のデータサーバのデータを，クライアントの要求に応じて提供するもので，図－６に示す構成となっている。



図－６　建設行政空間データ基盤管理システム

図－７　実証実験の表示結果（大垣市）

今回の実証実験の結果から，建設行政空間データ基盤製品仕様書（案）のデータ仕様に基づく，応用スキーマの有効性やXML形式によるデータ交換が可能であることが実証され，また，ネットワーク上に分散するサーバ群に存在している各基盤データを，クライアント側で意識することなく表示できることが確認された（図－７）。

表示されたデータそのものに注目してみると，各データが持つ個々の内容は，個別の事業に特化したデータのため，それぞれの事業が要求するデータレベルとは違うものとなることが分かった。例えば，道路基盤データの道路部分のデータは，道路管理用に特化されたものであるため，車道，歩道，中央分離帯など詳細な構成要素に細分された仕様となっている。一方，他の事業者は，道路縁またはそれで構成される領域のデータをのみを必要としている。このため今回は，道路基盤データの詳細な構成要素からシンプルな道路データを自動的に生成する処理をゲートウェイサーバで行った。

また，植生界データについては，大縮尺数値地形データ製品仕様書（案）に従い，建設行政空間データ基盤上でも植生界と植生記号で構成されるデータ仕様，すなわち，各地物データ相互の幾何学的関係の無いデータとした。しかし，実際にGISのデータとして利用するには，このようなデータでは不十分であり，植生区域として定義できるデータ仕様にすることが望ましい。このように，各事業者のデータ仕様に起因する課題をどのように解決していくか検討が必要である。

今回，実証実験で示された結果は，面積が約３km^2のごく狭い範囲であり，また試作したデータ群も４つに限定されていたため，データ容量は微少で，実験システムの規模も小さいものであったが，実際には，今回の実験とは比較にならないほど巨大なデータを取り扱わなければならず，またシステムも相当大規模なものになるので，実証実験で得られた結果をそのまま適用しても，様々な問題が発生することが予想され，解決しなければならない課題も少なくないと思われる。

４．民間データの利活用に関する調査

４．１　概要

国や地方公共団体が業務で利用する地図，例えば，管内図や都市計画図，河川管理図，道路管理図，あるいは各種の業務用GISで利用される基盤地図データは，それぞれの事業主体が，整備範囲や業務に必要なコンテンツを定め，更に必要な精度を確保するため作業の方法を規定して民間の測量会社に発注するのが一般的である。しかし地図の利用目的によっては，例えば，単なる背景図や参考付図程度の利用ならば，それほどの精度を必要しない。そのような場合，住宅地図等の市販の地図データや民間企業が業務で使用している地図データを利用できれ

ば，迅速にデータを準備でき，経費も安く済む。このように，行政で民間地図データを利活用するにはどうしたらよいか，民間データの利活用の方法について，調査研究を行った。

４．２　品質クラス及びガイドライン（案）の作成

国土地理院では「品質要件及び品質評価手順の基準（案)」で，完全性，位置正確度，時間正確度，主題正確度といった空間データに要求される品質要素ごとに地物を分類する「地物分類基準（案)」を示しているが，本研究ではこの「地物分類基準（案)」に倣い，また，都市計画GISデータの品質クラスをモデルにして,都市計画基礎調査，危機管理，固定資産調査，道路施設管理，建築指導,国勢調査の６つの行政実務について業務分析を行い，それぞれの業務に利用できる民間地図及び要求される品質要素の検討結果より，主題データ及び白地図について求められる品質クラス（案）を作成した（表－４，表－５)。

これらの結果をもとに，行政機関がその業務に利用するために必要な品質評価基準の定義方法や手順をまとめた「民間データの利活用に関するガイドライン（案)」を作成した。

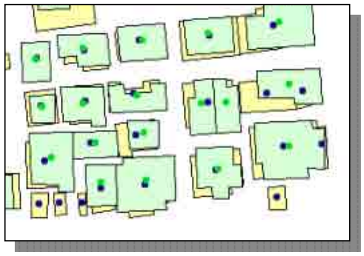
また，上記「民間データの利活用に関するガイドライン（案)」をもとに，民間地図会社の地図データが持つ属性情報を利用する例（図－８)，民間の衛星画像データを業務用地図背景として利用する例，民間企業が自らの業務のために整備した地図データを利用する例について，品質評価の定義方法や手順を示しながら，実例を紹介した。

表－４　民間地図データ（主題データ）の品質クラス（案）

品質クラス	品質名称	適用範囲	品質サブクラス		備　考
A	現地調査すべき情報を補助的に利用する	・都市計画基礎調査 ・固定資産現地調査 ・危機管理 ・環境，ゴミ管理 ・その他，関連業務	A-1	既存の地図情報を属性として結合処理し利用可能	住宅地図属性情報など
			A-2	写真，画像にて現況が把握できる	空中写真，衛星写真画像など
B	位置・情報検索にの利用できる	・危機管理 ・道路施設管理 ・国勢調査 ・道路企画 ・下水道管理 ・環境，ゴミ管理 ・その他，関連業務	B-1	緊急時の対応ができるよう，すべての情報が網羅されている	道路規格，重要拠点施設情報など
			B-2	位置・情報の検索に効果的である	代表的なマンドランクなど表示

表－５　民間地図データ（白地図）の品質クラス（案）

品質クラス	品質名称	適用範囲	品質サブクラス		備考
C	交渉記録，苦情対応，図面作成（申請図・管理図・調査基本図など）の基盤図として利用できる	・道路施設管理 ・環境，ゴミ管理 ・道路調査 ・公園整備，管理 ・国勢調査 ・都市計画基礎調査 ・固定資産現地調査 ・建築指導（都市計画法第53条申請） ・都市計画，用地管理	C-1	調査の現地確認，調査内容記入図面として利用できるよう，現地状況が確認できる	建物形状ポリゴン
			C-2	位置特定が容易に判断できる	道路形状，建物形状
			C-3	法規制（都市計画法・建築基準法）に対応できる精度を有する	すべての現況地形情報



図－８　属性情報利用のための建物重心位置の比較（大垣市）

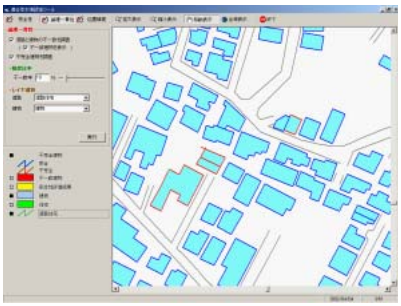
４．３　適合性水準品質ツールの作成

先に示した「民間データの利活用に関するガイドライン（案)」の評価手順によると，行政が民間地図データを調達する際，その品質基準を具体的な数値で定義する必要がある。この定義は，例えば「完全性が90％なら合格」と，数値で要件を定義するわけであるが，この数値で定義された品質の地図とはどのような地図なのか，行政の担当者が実際に頭の中でイメージするのは難しい。

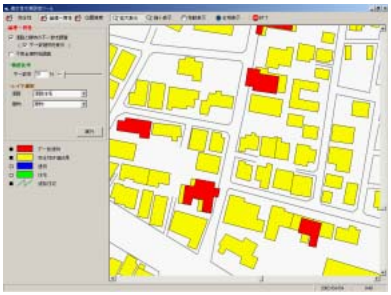
このため，地図の品質要件で定義した数値を視覚的に表示するソフトウェア「適合性水準品質ツール」を開発した（表－６，図－９，図－10)。このツールは，品質要素のうち，完全性，論理一貫性，位置正確度の３つについて，地図の品質，精度の誤差率を視覚化し，分かりやすくイメージできるようになっている。また，建設行政業務に携わる地方公共団体職員から本ソフトウェアの評価を受けると同時に，品質要件の定義等に関するヒアリング調査を行なった。その結果，品質要件を理解する上である程度有効であるという意見があると同時に，機能面での改良が必要との声もあった。

表－６　適合性水準品質ツールで評価できる内容

品質要素	品　質 副要素	評価する内容
完全性	過剰・ 漏れ	【データに欠落や重複がないか？】 ●建物個数
論理一貫性	データ 相互の 関係	【地物が重っていないか？　図形が不完全ではないか？】 ●道路と建物の交差，●不完全なポリゴン
位置正確度	平面位 置正確 度	【地物の位置座標や形は正確か？】 ●建物の歪みや位置精度



図－９　適合性水準品質ツールの画面（不完全ポリゴン）



図－10　適合性水準品質ツール画面（建物と道路の交錯）

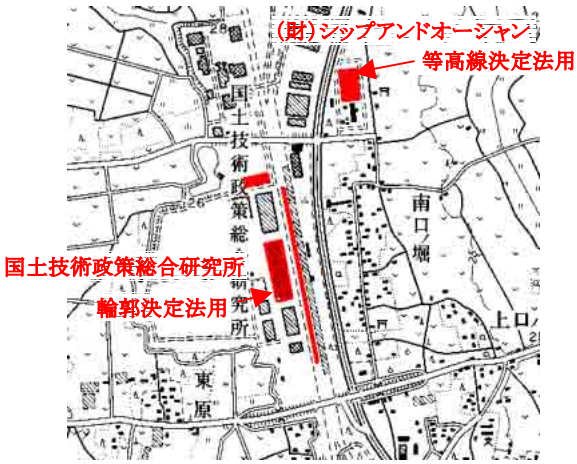
５．航空レーザ測量に関する研究

５．１　概要

GISの基盤となる地図データの整備に有効な要素技術のひとつに，近年，航空機搭載型のレーザスキャナを利用した測量が注目を浴びている。航空レーザ測量による詳細な３次元地形情報の取得は，GIS基盤データの整備・更新に大いに役立つという観点から，成果の精度検証や建設行政で利用するための具体的な方法について，実例を挙げながら実証実験を通して示した。

５．２　キャリブレーションサイトの構築

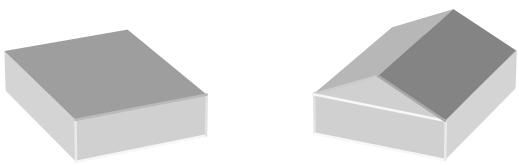
航空レーザ測量による成果を利用するにあたっては，得られた成果の精度や品質を明らかにすることが必要不可欠である。しかし現在のところ，様々な試みはなされてはいるが，明確な手法が確立されているわけではない。しかし，一般の計測機器と同じように，あらかじめ計測された誤差データを使ったキャリブレーションを行うことにより系統的な誤差を消去し，より高品質の計測データを得ることは可能である。このため，航空レーザ測量用機器の誤差の消去に必要なデータを取得するためのキャリブレーションサイトを茨城県つくば市にある国土交通省国土技術政策総合研究所及び独立行政法人土木研究所（以下「国総研」という。）構内と財団法人シップアンドオーシャン財団（以下「SOF」という。）構内に構築した（図－11）。



図－11　キャリブレーションサイト

キャリブレーションサイトの構築にあたっては，「輪郭決定法」及び「等高線決定法」の二つの方法によるキャリブレーションデータが得られることを考慮した。「輪郭決定法」とは，大型建築物の輪郭（四隅の座標）座標とレーザ計測で得られた座標の差から誤差を求める方法である。この方法はヘリコプターなど比較的低速で飛行高度が低い場合には有効であるが，飛行高度が高く高速で移動する飛行機の場合，得られる計測点密度がまばらになり，建物の輪郭をヒットする確率が低くなるため，計測データとの誤差が大きくなり，キャリブレーションサイトとしては不適切となる。このため，フラットで大きな斜面を計測して得られた等高線から補正データを得る「等高線決定法」のサイトも併せて構築した（図－12）。

「輪郭決定法」用として，国総研構内の屋根が平坦な建物を，「等高線決定法」としてSOF構内の切妻屋根の建物を選定し，それぞれの建物を構成する頂点の３次元座標を計測し，合計10点を基準点として構築した。また，国総研内のテニスコート及び構内の直線道路に，合計15点の補助基準点を構築した。



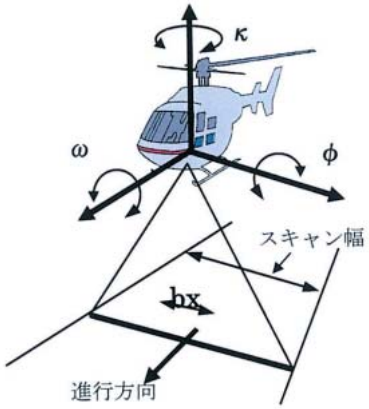
図－12　キャリブレーションサイトに利用する建物の形状（左「輪郭決定法」，右「等高線決定法」）

５．３　ガイドラインの作成

航空機搭載型レーザスキャナのプラットフォーム（飛行機やヘリコプター）の位置や姿勢に対する補正はGPSやIMU等の誤差に起因するのでここでは取り扱わない。

今回構築したキャリブレーションサイトは，機器の微妙な傾き，すなわち機器が持っている３軸（κ，ϕ，ω）の系統的な誤差を消去するためのものである。写真測量の標定要素の３軸の方向を示すのと同じように，機首が上下に振れる揺れ（ピッチング）の傾きをϕ，機首が左右に振れる揺れ（ヘディングまたはヨーイング）の傾きをκ，機体が左右に揺れる（ローリング）方向の傾きをωとし，その誤差を補正することとした。そのほかに，飛行方向と垂直に交わる方向，すなわちスキャン方向に発生する横縮尺の誤差bxの補正も行うこととした（図－13）。

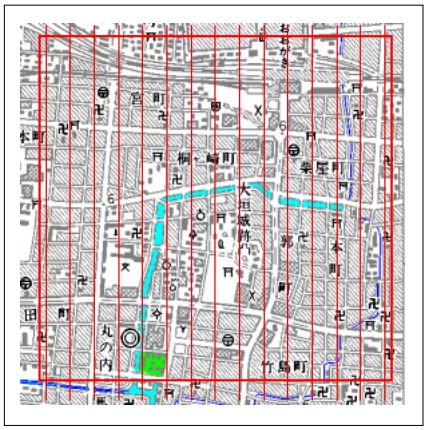
なお，キャリブレーションサイトの利用手順や方法を示した「キャリブレーションサイト利用のためのガイドライン」を作成した。



図－13　レーザスキャナのキャリブレーションの各要素

５．４　３次元データの作成と精度検証

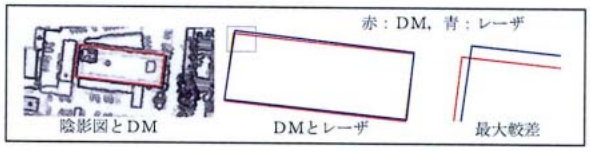
平成13年11月，岐阜県大垣市の市街地を対象に航空レーザ測量による計測と精度検証を行った。計測方向は南北方向，計測範囲は大垣城跡周辺，約1.5km^{2}の範囲（図－14）である。計測した結果は，事前につくばのキャリブレーションサイトを計測して得られたパラメータを用いて補正を行った。



図－14　航空レーザ測量計測範囲（大垣市街）

精度検証の方法について，水平位置は，航空写真測量で得られたデジタルマッピングデータ（DMデータ）の建物データの外形と今回計測したレーザ測量データから算出された家屋の外形とを比較した。高さ方向については，大垣市下水道台帳に記載されている直接水準測量による標高と今回計測したレーザ測量データから得られた標高を比較した（図－15，表－７，表８）。

この結果，水平位置精度については，DMデータとほぼ同じ家屋形状を得られたが，レーザデータの間隔が平均で50cmだったこともあり，微細な形状の再現はできていなかった。また，レーザ測量のDMデータに対するずれが常に東側方向であった。これは航空機に搭載したGPS／IMUの位置精度による誤差が現れたものではないかと推測される。また，高さ方向の精度については，概ね20cm前後の誤差であり，製品仕様の誤差とほぼ同レベルの誤差であったが，キャリブレーションを行ったにも関わらず，誤差が小さくならなかったのは，これもGPS／IMUの誤差に起因するものと思われる。



図－15　ＤＭデータとレーザ測量の比較（大垣市街）

表－７　精度検証結果（水平方向/一部の点）

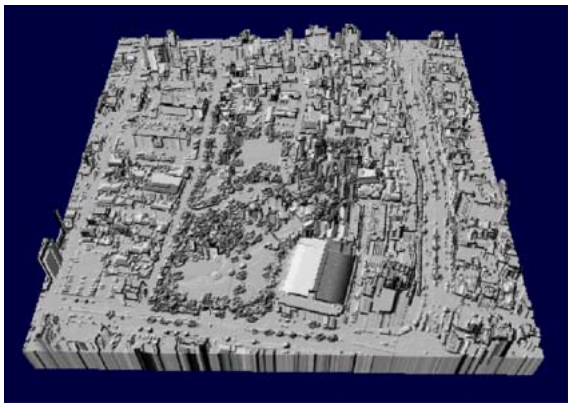
	Ｎｏ．５		Ｎｏ．６		Ｎｏ．７	
	Ｘ(m)	Ｙ(m)	Ｘ(m)	Ｙ(m)	Ｘ(m)	Ｙ(m)
ＤＭ	-49933.50	-70910.28	-49929.68	-71145.68	-49751.88	-71178.22
レーザ	-49933.05	-70909.76	-49929.45	-71145.07	-49751.43	-71177.71
較差	0.45	0.52	0.23	0.61	0.45	0.51
大きさ	0.69		0.65		0.68	

表－８　精度検証結果（鉛直方向/一部の点）

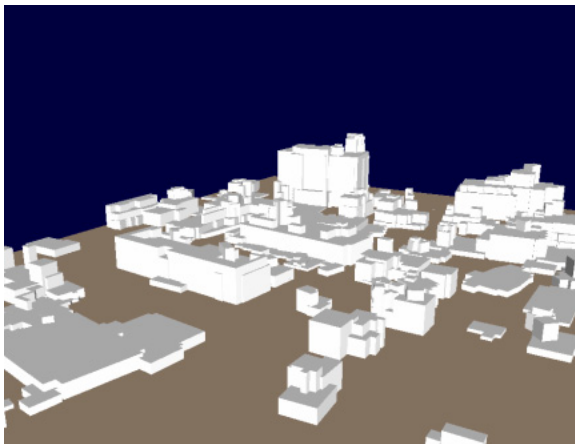
	Ｎｏ．１	Ｎｏ．２	Ｎｏ．３	Ｎｏ．４	Ｎｏ．５
データ数(点)	25	29	29	32	29
最大値(m)	6.31	6.23	5.86	5.85	5.82
最小値(m)	6.08	6.09	5.66	5.61	5.60
平均(m)	6.18	6.16	5.77	5.72	5.69
水準･標高(m)	6.019	5.720	5.394	5.523	5.530
較差(m)	0.16	0.44	0.37	0.20	0.16

５．５　３次元モデルの作成

今回計測した航空機搭載型レーザスキャナの標高データ（３次元データ）を表示したのが図－16である。これらの成果とDMデータを組み合わせて，大垣市街の３次元空間モデルを作成した（図－17)。このように，航空レーザ測量は，標高データの迅速な作成と３次元空間モデルの効率的な構築に非常に有効な技術であるといえる。



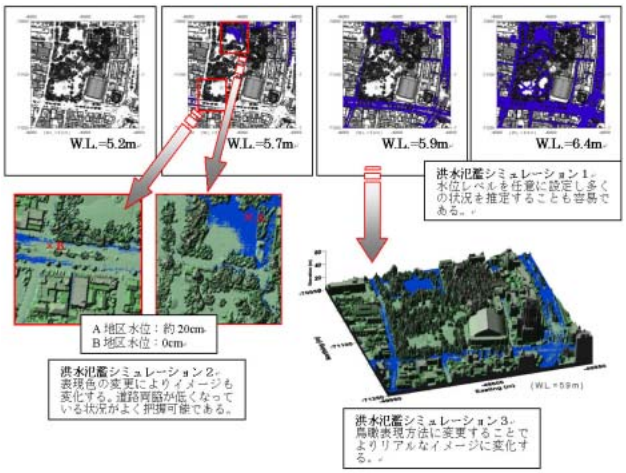
図－16　航空レーザ測量結果の表示（大垣市街）



図－17　３次元モデルの生成（大垣市街）

５．６　河川氾濫シミュレーション

大垣市は岐阜県西部に位置し，揖斐川が市の東側を流れ，市内には多くの中小河川・水路が張り巡らされた海抜３～４mの低地となっており，たびたびの水害に悩まされてきている。従って，水害に対する対策が行政の大きな役割のひとつとなっている。このため，実際の行政への適用を想定し，航空レーザ測量で得られたデータの利用例を示すということで，航空レーザ測量による３次元データの成果から，市街地における洪水状況を視覚化するシミュレーションを行った（図－18)。洪水の水位を任意に設定することで，氾濫域や氾濫状況を推測することができ，水防計画や災害時の避難勧告等，防災関連の行政に役立つと言える。また，任意の視点からの鳥瞰により，より現実的なイメージで洪水の状況を捉えることができるので，より綿密な防災計画や災害対応の立案等，防災行政の高度化に寄与するものと期待できる。



図－18　河川氾濫シミュレーション（大垣市街）

６．高分解能衛星画像を利用した地図作成

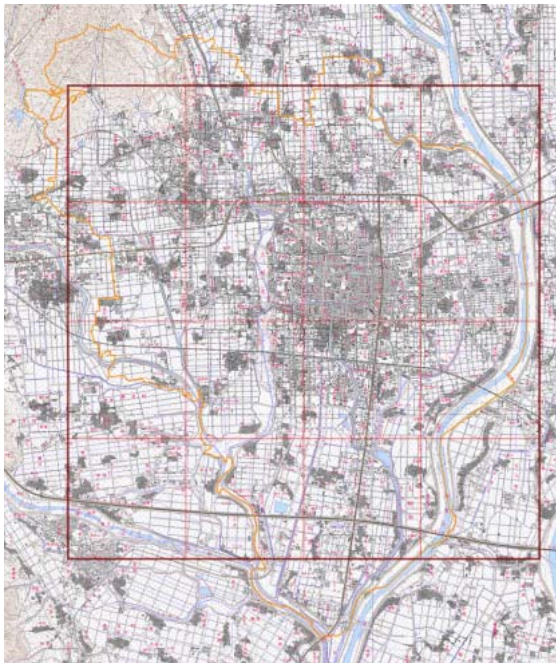
６．１　概要

近年，人工衛星に搭載されるセンサーの技術開発が進み，地上分解能１m未満の人工衛星画像も入手可能となっている。高分解能衛星画像は，広範囲な地域を一度に撮影でき，また，地上分解能によっては，地物の判読性も十分にあることから，地図作成の分野においての活用が期待できる。特に衛星画像の特徴として，広範囲の画像を定期的に入手することが可能なので，常に最新の状況を反映した地図データの修正に有効ではないかと期待される。本件では，米国IKONOS衛星のオルソ画像（地上分解能１m，製品名：IKONOSオルソエキスパート）を利用した地図作成の可能性について検討した。

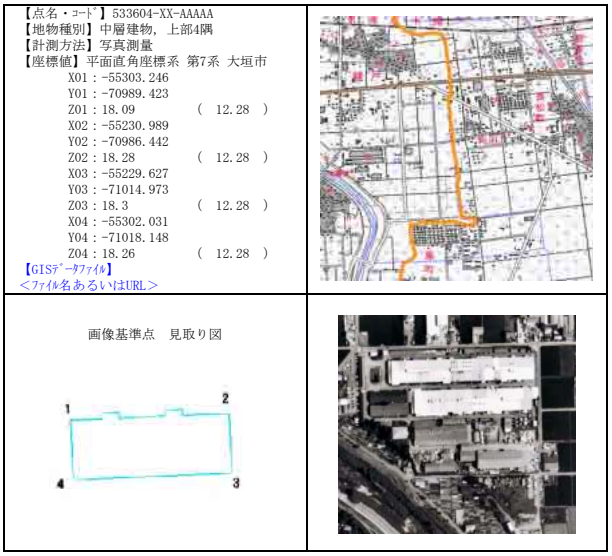
６．２　画像基準点の構築と精度検証

人工衛星はいつどこを通過したかという軌道情報やプラットフォームの姿勢情報が明らかであり，情報の精度が十分であれば，一般の航空機で撮影された画像から地上の測地座標を求める際に使われる既知点(地上基準点)が原理上不要である。しかし，現時点においては，その衛星画像の撮影やデータ処理の諸元が明らかにされてい

なかったり，また，精度検証の方法が定式化されていないなどの理由により，製品仕様で示されている精度が信頼できるものか定かではない。このため今回の研究作業において，衛星画像の位置精度検証や幾何補正を行うための画像基準点を岐阜県大垣市内に構築した（図－19，図－20）。画像基準点は，衛星画像から判読可能でかつ短期間で亡失することがないような地物，例えば，堅牢建物や地面の境界等（学校の校庭の隅等）を利用した。



図－19　画像基準点の設置範囲（大垣市内）



図－20　画像基準点の成果（点の記）

本研究において設置した画像基準点は，GPSやトータルステーション等，地上測量により設置したものが９点，１／8,000の空中写真から写真測量により計測したものが45点（うち一部は，地上測量と写真測量の両方で計測した。）である。平成12年度業務において試験的に設置した画像基準点を実際の高分解能衛星画像（IKONOS画像，地上分解能１m）と対比させ，画像基準点の有効性や課題を検証した。

IKONOSデジタルオルソ画像の精度検証の結果は（表－９）のとおりである。平成13年に撮影された画像の誤差（水平精度）の標準偏差は1.64mと製品仕様の水平精度1.75mの範囲内に収まっているが，平成12年撮影の画像では，2.20mと上回っている。これは，平成12年はIKONOS衛星が運用開始直後であったことや撮影条件等の問題もあるが，構築した画像基準点が，高さのある建造物の屋根の部分を取ったものが数多くあり，地盤高との差による倒れ込みや建築物の影等の影響が衛星画像上での建物輪郭の判読を困難なものにし，誤差を生み出したものと思われる。平成13年画像では，これらの点を考慮して，判読が困難な基準点については，検証の対象から外して位置精度を確認した。

いずれにせよ，基本図測量作業規程で示された図上0.7mmの実制限値に照らし合わせると，２万５千分１地形図（17.5m）の修正には十分な精度を有している。また，２千５百分１地形図の修正にも使用できる可能性がある。

表－９　IKONOSデジタルオルソ画像の精度検証結果

撮影日	基準点数	残差x(m)		残差y(m)		RMSe(m)	
		最大	σ	最大	σ	最大	σ
平成12年3月	43	3.71	1.13	5.49	1.88	5.67	2.20
平成13年3月	38	2.59	1.27	4.10	1.04	4.85	1.64

σ：標準偏差

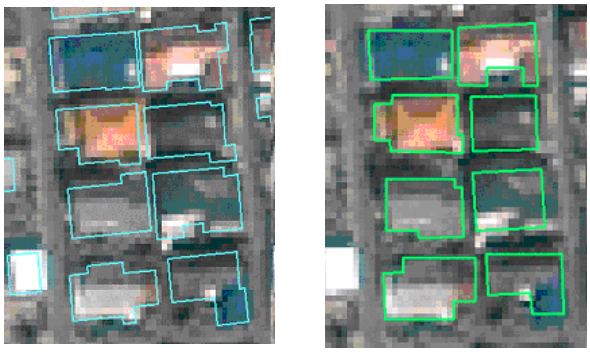
６．３　地図作成のための判読性の検証

高分解能衛星画像を利用した地形図作成の可能性について調査するため，IKONOS衛星画像による地物の判読性の面から検証を行った。

まず，地物の判読性について，地図の図式（１／2,500国土基本図図式）の項目ごとに，判読ができるかできないかをIKONOS画像上で調査し，その結果を整理した。この結果，現地調査や資料による情報に頼らざるを得ないものを除き，概ね従来の航空写真に迫る判読性を有していた。一方で，今回使用した衛星画像はオルソ画像のため，崖や擁壁等，判読に立体感を必要とする地物については，ステレオ視ができる空中写真にくらべて情報の抽出力が劣っていた。

次に，IKONOS衛星画像から建物の図化（国土地理院開発のVRC（ラスター型地形図修正システム）による管面図化／オルソ画像）を行い，これを航空写真測量で作成された１／2,500のDMデータと比較した。図－21（左）が，IKONOS画像とDMデータを重ね合わせたもので，同（右）は，実際にIKONOS画像を用いた図化の結果とIKONOS画像

を重ね合わせたものである。この結果を見ると，IKONOS画像では航空写真から図化されたDMデータを比べて，建物の微少な凹凸がよく見えないのが分かる。このように，１／2,500レベルの大縮尺地図の修正で利用するには地物の詳細な部分についての判読性に難があるものの，地物によっては図化が可能である。また，１／25,000レベルの中縮尺地図の修正においてはこのように詳細な地物の形状を判別する必要が無く，従来の航空写真に代わって十分に利用可能であるといえる。



（©日本スペースイメージング（株））

図－21　IKONOS画像（大垣市街）
DMデータの重ね合わせ（左），
IKONOS画像を使った建物輪郭の取得（右）

なお，今回得られた衛星画像に関する調査結果をもとに，高分解能衛星画像を利用して地形図を修正するための手引きとして，「高分解能衛星画像を用いた地形図修正のためのガイドライン（案）」を作成した。

７．まとめ

３年間に渡って行われた「GIS次世代情報基盤の構築手法及び活用に関する調査研究」は，その研究内容や成果が多岐に渡り膨大なため，本報告ではその概要を述べた。本研究で得られた最大の成果は，「建設行政空間データ基盤」の策定とそれを実現するための「建設行政空間データ基盤製品仕様書（案）」である。この成果が実際に適用することができれば，国土交通省や地方公共団体のGISが抱える問題のひとつであるデータの相互利用の可能性が大きく広がることとなる。

しかしながら，「建設行政空間データ基盤」の有効性は示すことはできたが，実際には，様々な課題が残ることも事実である。技術的な問題もさることながら，異なる機関，部局が協力し，密に連携しなければ，この「建設行政空間データ基盤」の実現は難しいであろう。このため，連携の方策や制度的な仕組みを検討していく必要がある。

また，測量技術の進歩による地図の作成手法の急速な変化は，迅速かつ効率的な基盤地図データの整備・更新に大きな効果を果たすものと期待できるが，精度検証を含えめた技術的評価手法の確立が急務である。

参 考 文 献

地理情報システム関係省庁連絡会議（2003）：地理情報システム（GIS）に関する政府の取り組み
国土地理院（1999a）：地理情報標準第１版
国土地理院（2000a）：建設省次世代GIS情報基盤の設計に関する調査作業報告書
国土地理院（2000b）：建設省統合型地理情報システムの構築手法及び活用に関する調査研究報告書
国土地理院（2001a）：地図データの品質とその評価に関する指針第１版（案）
国土地理院（2001b）：GIS次世代情報基盤の構築手法及び活用に関する調査研究報告書
国土地理院（2002a）：大縮尺数値地形図に係る仕様書記載事項及び品質（案）
国土地理院（2002b）：GIS次世代情報基盤の構築手法及び活用に関する調査研究Ⅱ報告書
国土地理院（2003a）：地理情報標準第２版
国土地理院（2003b）：GIS次世代情報基盤の構築手法及び活用に関する調査研究Ⅲ報告書
建設省道路局（1999b）：道路基盤データ製品仕様書（素案）
建設省河川局（1998）：河川基盤地図データ作成のガイドライン（案）
国土交通省都市・地域整備局（2000c）：都市計画GIS標準化ガイドライン（案）
（社）日本下水道協会（2001e）：下水道台帳管理システム標準仕様（ISO/TC211準拠）
総務省（2001c）：共用空間データ基本仕様書
総務省，経済産業省，国土交通省（2001d）：平成12年度モデル地区実証実験報告書
総務省，経済産業省，国土交通省（2002c）：平成13年度モデル地区実証実験報告書
（財）砂防フロンティア整備推進機構（2002d）：土砂災害防止法に使用する数値地図作成ガイドライン（案）暫定