

1994年 10月
APA No. 59-1
財団 日本測量調査技術協会

# 第五次基本測量長期計画と 国土地理院研究開発五箇年計画

中 堀 義 郎

## 1. はじめに

国土地理院の業務は、測量法に基づく測量行政、基本測量を主体とする測量事業、測量技術の研究開発、測量に関する国際協力の4つからなっている。これらの内最も業務の比重が高いのが測量事業であるが、その事業計画ともいえる基本測量に関する第五次の長期計画が去る6月1日に測量法に基づき定められた。基本測量長期計画は、すべての測量の基礎となる測量で、建設省国土地理院の行う測量について事業の目標及び規模を定めるもので、第五次の計画は、平成6年度を初年度とする平成15年度までの10か年計画である。

これまで、4次にわたる計画が実施されてきたが、その内容は戦後の復旧・改測に重点をおいたものから産業経済の発展に対応したもの、地震予知・主題図整備を組み込んだものへと変化してきた。この間、これらの事業は、常に新技術の開発とその導入により、着実に実施されてきた。

第五次基本測量長期計画の実施にあたって、これと時期を同じくして基本測量の技術基盤を支える国土地理院研究開発五箇年計画が定められ、研究開発が進められることとなっている。ここでは、これらの事業及び研究計画の概要を紹介したい。

## 2. 新技術と第五次基本測量長期計画

測量技術をめぐる最近の諸動向には目まぐるしいものがある。いつでも、どこでも、誰でも位置を正確に求められるGPSが普及し、工事測量、公共測量にも用いられるようになり測量精度及び効率が著しく向上した。さらにカーナビゲーションシステムと結びついでデジタル地図がより身近なものになった。また、地球環境の変化を客観的かつ的確に把握するための人工衛星・リモートセンシング技術、地球温暖化に伴う海

面上昇の監視のための技術等地球的課題に対応する技術について我が国の国際的役割への期待は増大している。これらは、測量技術の進歩及び測量技術に対する社会的要請が変化しつつあることを示す1例である。

第五次基本測量長期計画は、測量をめぐるこのような諸動向を踏まえつつ、公共測量等の発展にかんがみ公共性及び汎用性のより高い基礎的領域を指向する、宇宙測地技術、データベース技術等の新技術を積極的に導入する、防災、環境、文化等の社会的要請に応える事業を推進する、グローバルな視点をもって地球規模の問題に取り組む等の基本的な姿勢で策定されている。以下に、大きな事業項目ごとに、新らしい事業内容を中心とした計画の特徴的なことについて述べる。各事業の内容及び実施において、新技術の導入は大変重要な役割を果たしている。これらの新技術には、既に開発されたものもあるが、これから研究開発を行いつつ導入を図らなければならないものもある。

### 1) 測地基準点体係の整備と地震予知観測の推進

測地測量の分野では、GPSが近年基本測量だけでなく公共測量においても使用されるようになった。GPSには、光波測距儀に比べて、精度が一桁高い、上下・水平方向の三次元的な位置情報が得られる、三角点間の直接の見通しを必要としない、コンピュータを使ってシステム化しやすい等の利点がある。それに加えて、GPS受信機の販売の拡大によって、その価格が大幅に低下しつつあることなどから、ますますの利用拡大が見込まれる。

このような技術的な特徴を踏まえて、日本列島精密測地網測量ではGPSを主力の測量機として全面的に導入することとしている。特に、①電子基準点測量として全国に640点（そのうち150点は観測強化地域、250点は特定観測地域）のGPS連続観測点を設置し、

地殻変動の連続的な監視及び日本列島の測地網の骨格の決定をするとともに、公共測量等の測量の効率化を図るためそのデータをユーザーに提供する、②高度基準点測量として、全国の2000点の三角点で GPS 測量

を5年周期で繰り返し、三角点の三次元的な位置とその変動を明らかにすることにより地震予知や実用成果等に関する基礎資料を得る、③高精度三次元測量として、全国20,000 km の水準路線において、一等水準

第五次基本測量長期計画課題表

**測地基準点体系の整備と地震予知観測の推進**

I 测地基準点体系の整備

- 1 日本列島精密測地網測量
  - 高度基準点測量\*
  - 高精度三次元測量\*
  - 電子基準点測量 (GPS 連続観測) \*
- 2 地域基準点測量
- 3 水準測量
  - 精密水準測量
  - 駿潮
- 4 ジオイド測量\*
- 5 測地基準点維持管理

II 観測強化地域等における観測

- 1 強化地域観測
  - 強化地域高度基準点測量\*
  - 強化地域高精度三次元測量\*
  - 強化地域 GPS 連続観測\*
  - 短周期変動クラスター観測
- 2 特定地域観測
  - 特定地域高度基準点測量\*
  - 特定地域高精度三次元測量\*
  - 特定地域 GPS 連続観測\*
  - 離島地殻変動観測\*
  - 機動連続観測\*
  - 火山変動測量\*

III 地球観測網の構築

- 1 超長基線測量
  - 国内超長基線測量
  - 国際超長基線測量\*
- 2 天文測量
- 3 重力測量
  - 基準重力測量
  - 精密重力測量
  - 海上重力測量
- 4 地磁気測量
  - 精密地磁気測量
  - 航空地磁気測量
- 5 測地観測所等常時観測

**国土に関する基本情報調査の推進と基本図の整備**

I 基本情報の調査

- 1 空中写真撮影
  - 2万分の1空中写真撮影
  - 1万分の1空中写真撮影
  - 4万分の1空中写真撮影
- 2 基本情報調査
  - 基本情報収集・調査\*
  - 基本情報データベース作成\*

**II 基本図等の整備**

- 1 2万5千分の1地形図更新
- 2 5万分の1地形図更新
- 3 20万分の1地勢図更新
- 4 小縮尺図等更新
- 5 数値地図整備
  - 基本図数値情報整備
  - 地形図画像情報整備\*
  - 都市域等数値情報整備\*

**III 都市地域等の基本図の整備**

- 1 1万分の1地形図整備
- 2 国土基本図整備

**国土に関する地理調査の推進と地理情報の整備**

I 地理調査の推進

- 1 環境地理調査
  - 国土環境モニタリング\*
  - 湖沼・湿原調査
- 2 防災地理調査
  - 火山基本図作成調査
  - 火山土地条件調査\*
  - 地殻変動土地条件調査\*
  - 変動地形調査
  - 災害地理調査\*
- 3 社会地理調査
  - 土地利用調査
  - 地名調査
  - 行政地理調査
- 4 沿岸海域基礎調査

**II 地理情報の整備**

- 1 ナショナルアトラス整備
  - 電子アトラス整備\*
  - 日本国勢地図帳第三版整備
- 2 地理情報データベース整備
  - 基本地理情報整備\*
  - 総合地域誌整備\*
- 3 地球環境地理情報整備\*

**基本測量成果等の提供**

I 地図等の刊行

- 1 地図及び空中写真刊行
  - 地図刊行
  - 空中写真刊行
- 2 数値地図刊行\*
- 3 図書・帳表刊行

II 閲覧業務等

- 1 閲覧及び謄抄本交付

\*は新規事業

測量と GPS 測量を同時にい、高精度な3次元地殻変動を求める等、測地基準点体系の整備として新しい事業内容が盛り込まれている。

地震予知観測強化地域等においては、地震の短期予知にも資することを目標に、地殻変動を高精度かつリアルタイムで監視を行う GPS 連続観測点を 10~20 km 間隔で 150 点設置することとしている。また、全国の特定観測地域にも合計 250 点の連続観測点を高密度に設置し、リアルタイムで地殻変動監視を行うこととしている。平成 6 年度には、図に示すように観測強化地域で 110 点、その他全国にわたり 100 点の GPS 連続観測点の運用が行われる。

GPS による連続観測は、すでに伊豆地方において地殻変動のプロセスを克明に捉えるなど画期的な成果を上げつつある。今後、高度基準点測量及び高精度 3 次元測量とあわせて、首都圏を中心とする地域では人工的な観測ノイズを除去した地殻変動の把握、東海地域においては予想される大地震発生に至る前兆的 地殻変動のプロセスの詳細且つ確実な監視等大きな成果が期待される。

さらに、プレート境界付近の 18 の離島では 2 年周期で GPS 測量が繰り返される他、群発地震発生地域、火山活動発生地域等について機動的な地殻変動連続観測、活動的な火山における火山変動測量も第五次の計画の新しい項目である。

地球観測網の構築は、基本測量長期計画の中で国際協力に関する重要課題の一つである。GPS、VLBI 等の先端的な宇宙測地技術については、IGS（国際 GPS 地球力学事業）や NASA との国際共同観測に参加し、国際的な測地座標系の確立を図りつつ、国内の測地基準点網を国際的な測地座標系に結合するとともに、プレート運動の解明、海面上昇の監視等グローバルな地球科学に寄与することとしている。また、絶対重力計の国際比較を行いつつ国際絶対重力基準点網の構築に参加する。

## 2) 国土に関する基本情報調査の推進と基本図の整備

地図情報技術の分野では、デジタルマッピング技術が確立するとともに、数値地図が売り出され、一般にもパソコンやナビゲーション等で使用されるようになってきた。近年、画像処理に優れたワークステーション、大容量記憶装置等のコンピュータ技術の発展により、紙地図データがスキャナーで読みとられどんどん

ラスター型のデジタル地図データに置き換えられ、ワークステーションで地図の編集・修正作業を行うことができるようになった。

第 5 次の計画では、このような技術展開を踏まえて、数値化された基本情報の整備に重点をおいた事業が始まられる。この事業では、地方自治体等との連携を密にしながら地図の最新の基本情報を収集調査し、2 万 5 千分の 1 地形図相当の精度に規格を統一し、デジタル化して一元的に管理する基本情報データベースを構築する。データベースに収録する国土の基本情報は、地形図の修正時期のみを対象として整備するのではなく、常に全国土を対象として、広く収集・蓄積・管理・提供を行い、経済社会活動の最新の基盤情報源として、行政、学術、国民生活等に役立てられる。

2 万 5 千分の 1 や 5 万分の 1 地形図等の基本図の修正にあたっては、基本情報データベースを活用するとともにワークステーション上のデジタル修正・編集手法により効率的に作業を行い、基本図の迅速な更新を図ることとしている。また、基本図の情報を数値化した数値地図は、基本図数値地図、地形図をラスター情報化した地形図画像情報、都市地域等数値情報の 3 種類に分けて計画的に整備し、地形図の修正に併せてデータを更新することとしている。

## 3) 国土に関する地理調査の推進と地理情報の整備

国土の地理情報は、地図や統計など様々な形態で分散して存在していて、それらを有機的に結びつけて利用することは手間のかかる仕事であったが、近年の電子情報技術の発達により、規格化されたデータベースを作成する技術及びそれを便利に活用する技術等が普及し、地理情報データベースを構築する環境が整ってきた。また、人工衛星リモートセンシング技術を用いて、土地利用及び土地被覆等をモニタリングすることが可能となってきた。さらに、環境問題、防災に対する社会的関心も高い。このような技術的・社会的動向を踏まえて、新らしい技術を生かした新しい観点からの事業が計画されている。

地理情報データベースの整備は、地理情報をパーソナルコンピュータで統合的に扱ってデータベースを作成し、データを広く提供して地理情報及び地理情報利用技術の普及を図るものである。このデータベースは、国土の地理的特性に関する基本的な情報を、20 万分の 1 地勢図相当の精度に規格化したデータからなる基本

地理情報と、地域単位で各種地理情報を集成して地理的特性を総合的に記載した総合地域誌について作成する。また、ナショナルアトラスの整備では、従来の地図帳形式のアトラス第三版を平成12年度に刊行することに加えて、マルチメディアに対応してCD-ROM版の電子アトラスを整備することとしている。

環境地理調査として実施する国土環境モニタリングは、平成5年度に整備したNOAAデータ等の受信設備を活用した人工衛星リモートセンシングにより、1kmメッシュの国土環境データセットを毎年作成し、全国の土地被覆・土地利用の変動、大規模な土地改変の実態についてとりまとめるものである。また、地球規模の環境に関する地理情報整備の一環として、諸外国の政府機関等との緊密な国際協力の下に、縮尺100万分の1相当の情報密度に編集された基本的な環境地理情報を整備する。防災地理調査としては、測地学審議会が建議した火山噴火予知計画において「活動的で特に重点的に観測研究を行うベ火山」、「活動的火山及び潜在的爆発力を有する火山」とされた火山の内10の火山を対象として、火山基本図及びそれを数値化した数値火山基本図を作成し、火碎流のシミュレーション解析等に資する。また、火山の土地条件図を20の火山とその周辺地域を対象として作成する。地震予知観測強化地域・特定観測地域及び第四紀における地殻変動が大きい地域について毎年1地域を選び、地形、地層、活構造の分布、形成史等と地盤条件を調査し、最近の地殻変動特性を解明することとしている。さらに、重要な活断層については、地形学的調査に加えて精密な地殻変動観測を実施する。

大規模な災害が発生した場合には、その地域について災害の状況、二次災害の危険性、災害発生と地形条件等の地理的条件との関係等の把握を目的とした緊急的な調査をNOAAの人工衛星画像の解析手法等も活用しつつ実施する。

#### 4) 基本測量成果等の提供

地図の刊行については、コンピュータを用いた地図編集技術及び新しい印刷技術に対応した方式を導入する。すなわち、2万5千分の1地形図の地図原版フィルム作成においてラスター型データを直接フィルムに取出す方式を導入し、品質の向上と作業の効率化を推進する。また、その他の刊行地図についても、逐次ディジタル方式への移行を進める。

測量成果・記録の公開・提供は、国土地理院本院及び地方測量部等における閲覧・謄抄本交付を通じて行われているが、基準点成果のデータベース化、旧版地図・空中写真等の光ファイリング化を図るとともに、パソコンによる通信を用いたオンライン検索・閲覧・提供システムの導入を進め、ユーザーサービスの向上と迅速化を推進する。

### 3. 国土地理院研究開発五箇年計画

我が国の測量技術は、明治初年、欧米から近代測量技術を導入し、我が国に適用することにより、大正期までに一等三角点網、5万分の1地形図の整備を可能にするなど、我が国の近代国家としての発展を支えた。戦後は、国土地理院が中心となって研究開発を進め、光波測距技術、写真測量技術等の新しい測量技術を用いる測量事業を展開し、国土に関するより精密で正確な情報を迅速に提供することを可能にした。また、測地測量技術及び地図作成技術の上に立って、地震予知技術、地理調査技術等により防災の面で社会に大きく貢献してきた。開発された測量技術は、青函トンネルや本四架橋の計画、施工等に力を発揮するなど、社会資本整備の現場においても貢献してきた。

国土地理院は、我が国の測量の中核機関として、基礎的な測量技術の研究開発を行うとともに、大学、民間等と協力し、応用的な測量技術の研究開発を行い、我が国の測量技術開発に貢献してきた。今後も、研究開発については、産学官の協力により、測量・地図の新しい時代を開くために、高い研究目標を掲げチャレンジ精神を持って取り組むことが重要である。

近年は、宇宙測量技術及びデジタル地図情報技術を中心とする新しい技術革新が進行中であり、リモートセンシングによる地球環境のモニタリング、GISによる都市計画、施設管理など測量技術の適用分野が拡大しつつある。このような技術動向及び社会的要請を踏まえつつ、国土地理院の研究開発は、次のような基本認識のもとに推進することとしている。

- (1) 国土地理院の研究開発は、まず第一に基本測量を技術的に支えるものでなければならない。本計画では、第五次基本測量長期計画の着実な実施を支えるものとして、測量の高度化、効率化、測量成果の活用促進の面を中心に取り組む。
- (2) また、測量技術全般の発達を促すものでなければ

ならない。我が国の測量の大部分は、公共測量等の基本測量以外の測量であるが、産学においては、測量を専門とする研究者が少ない。本計画では、産学を含む国土地理院以外の各機関と連携しつつ、公共測量等に固有の技術についてもその発達を支援する。

- (3) 地震予知を始めとする防災、環境、文化といった我が国の社会的要請及び地球的課題の解決という全世界的要請に測量技術が的確に応えられるよう、新しい領域に踏み込んだ研究開発を行う。
- (4) 測量によって得られたデータを分析し、知的ストックを拡大し、科学の発達に資するという学術的役割も重視する。

#### 1) 研究開発課題

研究開発課題は、このような基本的認識のもとに、基盤的分野、応用的分野及び地球的課題にかかる分野に整理して、以下のとおり55の課題が選定されている。ここでは誌面の都合で省略するが、計画の本文には各課題毎に、研究開発内容、必要性、効果、5年間の達成目標、最終目標及び研究内容をわかりやすく明示するイメージ図等が示されている。

##### [基盤的分野]

- (1) 測地測量の高度化のための研究開発
  - ①観測技術の高度化に関する研究開発
    - ・超長基線電波干渉技術（VLBI）の高度化に関する研究
    - ・汎地球測位システム（GPS）による測地技術の高度化に関する研究
    - ・水準測量の効率化に関する研究
    - ・地球物理学的手法による測量技術の高度化に関する研究
    - ・干渉合成開口レーダー技術の測地利用に関する研究
    - ・海域地殻活動の観測技術の開発研究
  - ②解析技術の高度化に関する研究開発
    - ・新しい測地体系の確立に関する研究
    - ・連続観測データの高速解析処理手法の開発
    - ・地殻変動データベースの構築
    - ・地殻活動情報の高速通信技術の開発
- (2) 地図・地理情報の高度化に関する研究開発
  - ①情報取得技術の高度化に関する研究開発
    - ・空中写真撮影等の高度化に関する研究

- ・数値写真測量システムの開発
  - ・最新基本地図情報取得システムに関する研究
  - ・時間軸を意識した数値情報の効率的取得技術の開発
  - ・数値地図情報の高品質化に関する研究
  - ・沿岸海域調査手法の開発
- ②情報処理技術の高度化に関する研究開発
- ・新しい地図・地理情報体系の確立に関する研究
  - ・宇宙技術を利用した地形図作成に関する研究
  - ・地図情報のデジタル修正・編集システムの開発
  - ・高次元空間情報に関する研究
  - ・視覚障害者のための地図作成技術開発
  - ・バーチャルリアリティ地図技術の開発
  - ・地理情報データベース高度化に関する研究
- ③情報提供技術の高度化に関する研究開発
- ・地図複製の効率化・高品質化に関する研究
  - ・大容量データの管理提供に関する研究
  - ・情報提供のマルチメディア化に関する研究
  - ・通信ネットワークによる情報提供に関する研究開発

- (3) 地震予知・火山噴火予知の高度化のための研究開発
- ①21世紀の地震予報に向けた研究開発
- ・地殻変動観測の広帯域化に関する研究
  - ・数値解析手法による地殻活動予測モデルの開発
  - ・地殻歪の時空間におけるゆらぎとプレート間カッティングに関する研究
  - ・測地データの解析による島弧のテクトニクスの研究
  - ・第四紀地殻変動調査手法の開発
- ②火山噴火予知高度化に関する研究開発
- ・測地データの解析による火山活動のモデル化に関する研究
  - ・火山地域等悪環境下における地殻変動連続観測技術の開発
- (4) 環境・防災・文化に関する地理情報高度化のための研究開発
- ①環境に関する研究開発
- ・リモートセンシング技術の環境監視・評価への利用に関する研究
  - ・熱映像及びビデオによる解析・計測手法に関する研究

- 土地利用・土地被覆データの編集手法の開発
  - 地域エネルギー発生・消費量の地理的計測手法の開発
  - 湖沼・湿原の環境変遷調査手法の開発
  - ②防災に関する研究開発
    - 数値火山情報の利用に関する研究
    - 火山地形調査法の開発
    - 地形災害予報のためのエキスパートシステムの開発
    - ハザードマップ作成手法の研究
  - ③文化に関する研究開発
    - 史的地理情報の管理・利用に関する研究
    - 地域誌編纂に関する研究
    - 地名に関する研究
  - (5) 建設分野における測量高度化のための研究
    - GPS利用技術の開発
    - リモートセンシング利用技術の開発
    - ステレオマッチングを用いた地形計測手法に関する研究
    - GIS利用技術に関する研究
  - (6) 地球的課題に関する研究開発
    - ①地球環境問題に向けた研究開発
      - 宇宙測地技術を用いた海面変動監視の研究
      - 汎地球地理情報整備に関する研究
    - ②地球科学推進のための研究開発
      - 國際測地観測事業への参加
      - VLBI・GPSによるプレート運動の研究
      - 南極観測事業への参加
- 2 ) 推進方策**
- 上記研究課題を効果的に推進するために、五箇年計画では次のような方策を講じることとしている。
- (1) 研究開発能力の育成強化
- 国内留学、国外留学、研修、講習会等を積極的に活用し、研究能力の育成を図るとともに、学会活動、国際研究集会等を通じ、内外の研究機関等との情報交換、研究交流を進めることにより研究ポテンシャルを高める。
- (2) 研究開発体制の整備
- 研究開発組織の拡充強化を図るとともに、必要に応じプロジェクトチームを編成するなどの弾力的運営を行う。設備機器の整備を図る。

総合的、学際的、業際的な研究開発に当たっては、共同研究制度を活用するなど、産学官の連携を図り、各機関の持つ知識、技術・経験等を活用し、研究開発を効果的に推進する。

**(3) 研究開発支援体制の整備**

外部からの研究開発ニーズの把握、計画的確な進行管理等、総合的な研究開発の増加に伴う企画整機能の強化を図る。

**(4) 國際協力の推進**

国際学術団体による国際的プロジェクトに取り組むとともに、国土地理院の技術力と施設を活用した国際共同研究を積極的に推進する。また、海外研修員の受け入れなど技術移転のための指導を行う。

**(5) 研究開発成果の活用・普及の推進**

国土地理院の研究発表会、刊行物を通じ、また学会発表、学会誌等を通じて成果を積極的に公表する。基本測量及び公共測量においてはや測量作業規程の改訂、測量計画機関への技術的助言等を通じて、研究開発成果の速やかな普及を図る。また、部外研究員を受け入れ、技術の指導を行う。

**4 . おわりに**

第五次基本測量長期計画を効果的かつ効率的に実施するためには、技術の高度化を図りつつ個々の事業を実施することが重要である。このため、国土地理院は、今後取り組むべき55の研究課題及び内容を示した研究開発五箇年計画を策定し、新しい世紀の我が国の測量基盤を築く研究開発を行うこととしている。

研究開発五箇年計画には、官で推進する研究テーマだけでなく大学・民間による研究の分担が期待される研究テーマも含まれている。従って、計画の実施にあたっては、産学官の連携をとりつつ推進することが必要であると考えている。今後とも第五次基本測量長期計画及び国土地理院研究開発五箇年計画への皆様のご理解、ご支援とご協力をお願いしたい。

なお、建設省は国土地理院研究開発五箇年計画を含め建設技術五箇年計画を13の分野に分けて既に策定した。河川技術、下水道技術、道路技術等他分野の五箇年計画にも測量に関連した課題が提示されているので、それらにも注意を払う必要があるであろう。

(建設省国土地理院企画部)