

執務参考資料

衛星オルソ画像を用いた
地形図作成作業マニュアル

2022年2月

独立行政法人 国際協力機構
社会基盤部

衛星オルソ画像を用いた地形図作成作業マニュアル 改訂履歴

概要	作成日	作成機関
作成	平成 18 年 12 月	独立行政法人 国際協力機構
制定	令和 4 年 2 月 28 日	独立行政法人 国際協力機構

目 次

[序] 概 説	1
第1編 総 則.....	4
第2編 衛星オルソ画像を用いた地形図作成.....	8
第1章 概 説.....	8
要 旨	8
第2章 衛星オルソ画像による地形図作成.....	12

[序] 概 説

1. はじめに

データ取得の広域性や周期性などの利点を持つ衛星画像は、地形図作成・更新の新たな情報源として期待されている。衛星にはステレオペアの画像データを提供するものがあり、これらの画像に関しては、航空写真から地形図を作成する技術を応用することができる。

近年、技術革新や国際協力分野の潮流の変化により、地形図作成分野の海外案件のあり方も多様化してきた。その中で、本来的なステレオペア画像を用いた図化による地形図作成案件とは別に、地域開発などのコンサルティング案件との複合プロジェクトの中での地形図作成業務や、諸般の事情により、現地に立ち入ることが困難な箇所の地形図を衛星画像を用いて作製する案件、ステレオ図化の技術移転を伴わない地形図作成案件などの要請があがっているのが現実である。

こういった海外案件のニーズの変化に柔軟に対応するための例外的な手法として、ステレオ図化に替わり、衛星画像を正射投影変換した画像（これを衛星オルソ画像という）を基図として用いて、単画像での数値図化を行い、地形図を作成することが可能となった。

衛星オルソ画像を用いた図化による地形図作成手法は、近年多くの研究がなされ、その汎用性、適用範囲について知見が蓄積されつつある。しかし、衛星オルソ画像の作成に始まり、判読図化時の精度管理、成果品の品質評価に至るまで、一貫した方法論や精度管理手法が確立されていないため、衛星オルソ画像を用いた地形図作成作業を行う際には、事前にそれらの不確定事項について明確にする必要がある。この点を看過し、衛星オルソ画像を用いた地形図作成手法は、本来のステレオ図化によるものよりも新しい技術であり、衛星画像の利点とあいまって、その技法の適用性も高いものであるという誤認が広がりつつある。下記の表は従来のステレオ画像方式と衛星オルソ画像方式での地形図作成の各項目について、それぞれの特性を比較したものである。

No.	項 目	ステレオ画像方式	衛星オルソ画像方式
1	図化設備	写真測量専用機器	通常の PC/WS (CAD ソフト付き) で可能
2	技 術	従来の数値写真測量技術	写真画像判読技術
3	主題正確度	高い	低い。補助資料が必須、現地調査または補測作業に負荷
4	作業工程	従来の数値作業工程	オルソ画像データの作成、標高データの取得作業が別途必要
5	品質評価	一定の評価が可能	評価方法等が確立されていない

1. 図化設備

ステレオ画像方式による地形図作成は、通常空中写真測量による地形図作成手法を応用したものであるため、ステレオ図化機などの高価な設備が必要となる。しかし、衛星オルソ画像図化方式による地形図作成では、衛星オルソ画像を作成する機器が必要となり、また、図化を衛星オルソ画像上で行うためステレオ図化機は必要でないが、デジタル化機能を有する機器などの設備と、衛星オルソ画像から地物を判読・図化するために付加的な情報収集作業が必要となる。

2. 技術

ステレオ画像方式における技術はその設備を扱うことのできる熟練した技術、写真測量全般の知識が必要である。一方、衛星オルソ画像図化方式では、主に写真判読技術が必要となるが、取得したデータの処理作業以降については、従来の数値写真測量とまったく同様の処理作業となり、分業化、また多くのコンピュータでの作業が可能である。

3. 主題正確度

判読・図化に伴う位置正確度と主題正確度は、いうまでもなくステレオ画像方式によるほうが高い。衛星オルソ画像上では判読に困難を極める取得項目があるため、判読補助資料や、現地調査および補測作業に大きな負荷がかかることがある。

4. 作業工程

ステレオ画像方式に比べ、衛星オルソ画像方式では、衛星オルソ画像の作成作業、既成図等の収集資料からの標高データ等の取得作業が別途必要となる。

5. 品質評価

成果品である地形図の品質評価において、衛星オルソ画像図化については、現在のところ品質評価方法が確立されていない。

以上を考慮した上で、衛星オルソ画像による地形図作成法を採用することが妥当であると判断された場合には、最低限以下の条件を満たしているか確認する必要がある。

衛星オルソ画像による数値図化が適用可能な条件

- ・ 技術者について
写真画像から取得項目を判読することに十分な経験を有する技術者を確保できる。
- ・ 使用する衛星オルソ画像について

国際協力機構海外測量〈基本図用〉作業要領、及びデジタルオルソ作成の海外測量（基本図用）作業マニュアルに基づいて作成された衛星オルソ画像を使用する場合のみ、この方法で図化を行うことが可能である。精度確保の確認が取れない衛星オルソ画像を用いることはできない。

・ 標高に関する情報の取得について

衛星オルソ画像のみでは標高に関する情報を得ることができないため、一定の精度が確保された既存図が存在することが不可欠であり、それから等高線、独立標高点等の情報を得ることが可能である。

また、衛星オルソ画像を用いた地形図作成作業マニュアル（以下、「本マニュアル」という）で、対象とする衛星画像の詳細とその取り扱いについては、衛星画像を用いた写真測量の海外測量（基本図用）マニュアルを参照し、衛星オルソ画像の作成手法については、デジタルオルソ画像作成の海外測量（基本図用）マニュアルを参照するものとする。

本マニュアルは、衛星オルソ画像を用いた地形図作成法が適用され得る条件について詳述することにより、国際協力機構（以下「機構」という）が海外において実施する、概ね縮尺 1/5,000～1/100,000 の基本図測量における、衛星オルソ画像による地形図作成の効率的な実施と、精度の確保を図ることを目的として取りまとめたものである。

3. 本マニュアルの構成

本マニュアルは、衛星オルソ画像を用いて、地形図を作成する際の標準的な作業方法について規定している。なお、本マニュアルの全体構成は、次のとおりである。

① 第1編 総則

本マニュアルの目的、衛星オルソ画像を用いた地形図作成に係る条件等について規定する。

② 第2編 衛星オルソ画像を用いた地形図作成

衛星オルソ画像を利用した図化編集作業について特有な工程を規定する。

第1編 総 則

(目的)

第1条 本マニュアルは、独立行政法人国際協力機構（以下「機構」という）が海外において実施する基本図用測量について、海外測量(基本図用)作業要領（2022年2月）第10条「機器等及び作業方法に関する特例」を適用し、衛星オルソ画像を用いて図化を行い地形図を作成する場合の条件や、標準的な作業工程を定めることにより、その規格の統一、成果の標準化及び必要な精度の確保に資することを目的とする。

[解 説]

海外測量(基本図用)作業要領第10条を次に表示する。

(機器等及び作業方法に関する特例)

第10条 作業機関は、この要領に定めるものと異なる機器等又は作業方法については、必要な精度の確保、及び作業能率の維持に支障がないと機構が承認した場合に限り、作業の一部に用いることができる。

2 この要領に定める作業の方法、基準、項目及び工程等は、機構が承認した場合に限り変更することができる。

(海外測量(基本図用)作業要領の準用)

第2条 本マニュアルに定めるもの以外は、海外測量(基本図用)作業要領の関係規定、デジタルオルソ作成の海外測量（基本図用）作業マニュアル及び衛星画像を用いた写真測量の海外測量（基本図用）作業マニュアルを準用する。

[解 説]

本マニュアルでは、標準的な地形図作成工程全体の中で、衛星オルソ画像を用いて図化を行う場合の条件、及び特有な事項についてのみ記述している。本マニュアル以外の事項は、海外測量(基本図用)作業要領、デジタルオルソ作成の海外測量（基本図用）作業マニュアル、及び衛星画像を用いた写真測量の海外測量（基本図用）作業マニュアルを準用することが必要である。

(衛星オルソ画像を用いた地形図作成)

第3条 衛星オルソ画像を用いた地形図作成とは、機構が実施する海外測量作業（基本図作成）において、地形図作成工程の一部である数値図化工程で、通常のステレオ図化の実施が困難な場合、または、標高情報（等高線・独立標高点等）を除いた交通路・人工構造物等の情報を盛り込んだ地形図を作成する必要がある場合等に限り、

ステレオ図化に替わり、衛星画像を正射投影変換した画像（これを衛星オルソ画像という）を基図として用いて、単画像での数値図化を行い、地形図を作成する作業をいう。

これには、所定の精度を有する衛星オルソ画像を作成するために実施される次の作業（画像取得、標定点測量、空中三角測量、標高データ作成、オルソ画像作成）を含むものとする。

[解 説]

1. 地形図に表現すべき情報のうち、単画像である衛星オルソ画像から、判読不可能な情報については、別途、空中写真あるいは衛星画像のステレオペア、既存地形図等を判読補助資料として用意し、それらの資料も参照しながら判読を行った上で、衛星オルソ画像から直接判読可能な情報、判読補助資料から得た情報、および現地調査から得た情報を、衛星オルソ画像を基図として、展開・整理・入力を行い地形図を作成する手法である。
2. 通常のスレオ図化が困難な場合とは次のような例がある。
 - ・ 空中写真撮影が困難な場合
 - ・ 緊急に広範囲の地図を整備する場合
 - ・ ステレオ図化に必要な機材の確保が難しい場合
 - ・ ステレオ図化とそれに関連する技術の移転が困難である場合
3. 地形図整備対象地域において、地形的に大きな経年変化がない場合は、一定の精度が確保された既存地形図から、等高線その他標高に関する情報を取得できるものとする。等高線以外の交通網・人工構造物といった地物については、衛星オルソ画像上で図化を行い、地形図情報を取得する。
4. 衛星オルソ画像を用いた地形図作成で使用する衛星オルソ画像とは、国際協力機構海外測量（基本図用）作業要領で規定されている、所定の作業手法と精度管理手法（計画準備、画像取得、標定点測量、空中三角測量、数値地形モデル作成、オルソ画像作成）に従って作成されたものであり、基図として使用するのに必要な精度要件を満たしている衛星画像である。
5. 衛星オルソ画像を基図として用いて、地形図に必要な地物の形状・位置を判読し、デジタル化システムによる入力をもとに地形図を作成する。この作業を、衛星オルソ画像を用いた図化と呼ぶ。なお、地物の主題属性については、図化と同時に分類コードを用いて分類し記録する。
また、デジタル化システムは、既成図等の等高線の数値情報入力など、既存資料

の地形データを取り込む際にも用いられる。

(使用する機器等)

第4条 衛星オルソ画像を用いた図化に用いる主要な機器は、次に掲げるもの、あるいはこれと同等以上の機能を有する機種とする。

(1) デジタル化システム

デジタル化システムは、座標読み取りと、図形入力機能を有するコンピュータプログラム、コンピュータ、およびその周辺機器で構成されるシステムをいい、所定の精度を確保できる性能を有するものとする。

(2) スキャニングシステム

スキャニングシステムは、収集資料等を画像形式で取得、及び記録する機能を有するスキャナ、コンピュータプログラム、コンピュータで構成されるシステムをいい、所定の精度を確保出来るものとする。

<第4条 運用基準>

1. デジタル化システムの構成及び機能は、次のものを標準とする。

- 1) デジタル化システムは、コンピュータ、ディスプレイ及びマウスまたは、タブレット/デジタルタイザ、CADソフトウェア等で構成されるものとする。
- 2) X、Y、Z の座標値と、所定のコードが入力・記録できる機能を有するものとする。
- 3) 計測値（機械座標値）と、原稿図上の座標値との差を補正できる機能を有するものとする。

項目	性能（精度）	読取範囲
分解能	0.1mm 以内	計測基図または資料図の
読取精度	0.25%以内（任意の2点間）	図郭内の読取が可能なこと

2. スキャニングシステムの構成及び機能は、次のものを標準とする。

- 1) スキャニングシステムは、コンピュータ、画像表示ディスプレイ、CCDイメージセンサ等で構成されるものとする。
- 2) スキャニングシステムの性能は以下の精度を有するものとする。

項目	性能（精度）	読取範囲
分解能	0.1mm 以内	計測基図または資料図の
読取精度	0.25%以内（任意の2点間）	図郭内の読取が可能なこと

(作業計画)

第5条 測量作業機関（以下「作業機関」という。）は、作業着手前に作業の方法、使用する主要な機器、要員、日程などについて適切な作業計画を立案し、これを機構に提出して、その承認を得なければならない。作業計画を変更しようとするときも同様とする。

(工程管理)

第6条 作業機関は、前条の作業計画に基づき、適切な工程管理を行わなければならない。

2 作業機関は、作業の進捗状況を随時機構に報告しなければならない。

第2編 衛星オルソ画像を用いた地形図作成

第1章 概 説

要 旨

(要 旨)

第7条 衛星オルソ画像を用いた地形図の作成とは、所定の精度を有した衛星画像の正射投影画像（以下「衛星オルソ画像」とする。）を作成し、数値図化工程において、通常のステレオ図化に替わり、単画像である衛星オルソ画像を基図として図化を行い、地形図を作成する作業をいう。

(衛星オルソ画像の精度基準等)

第8条 衛星オルソ画像とは、衛星画像を標高データ、地上基準点等を用いて正射投影したものである。

2 地形図作成に用いる衛星オルソ画像の精度は、次表に掲げるものを標準とする。

<第8条 運用基準>

衛星オルソ画像の水平位置精度は、地上分解能、数値地形モデルのグリッド間隔及び標高点精度の組合せによって異なる。また、地形形状にも大きく影響されるため、地形形状を考慮して標高の取得方法を決定する必要がある。

[解説]

- ① 衛星オルソ画像図化に使用するオルソ画像は、図化縮尺に対応したものを使用する。標準的な対応縮尺（レベル）と画像分解能は下記の表のとおりである。

地図情報レベル	水平位置許容精度 (地図情報レベルにおける)	地上分解能
5000	2.5m 以内	0.8m 以内
10000	5.0m 以内	1.0m 以内
25000	12.5m 以内	2.5m 以内
50000	25.0m 以内	5.0m 以内
100000	50.0m 以内	10.0m 以内

② それぞれの地上分解能に対応した主要な衛星画像製品については、下記のとおりである。(2006年12月時点)

名 称	製品名	分解能	備 考
IKONOS (Pan)	デジタルジオ画像 (Geo Ortho Kit)	1.0m	RPC モデルデータ同梱
QuickBird-2 (Pan)	基本画像	0.61 ~ 0.72m	軌道情報データ同梱 RPC モデルデータ同梱
OrbView-3 (Pan)	OrbView BASIC Enhanced	1.0m	RPC モデルデータ同梱
SPOT-5 (HRG- P)	SPOT Scene Level 1A/1B/2A	2.5m	軌道情報データ同梱
SPOT-1/2/3 (HRV Pan)	SPOT Scene Level 1A/1B/2A	10m	軌道情報データ同梱
SPOT-4 (HRVIR Pan)	SPOT Scene Level 1A/1B/2A	10m	軌道情報データ同梱
ALOS (※) (PRISM)	PRISM Level 1A/1B1/1B2	2.5m	軌道情報データ同梱 RPC モデルデータ同梱

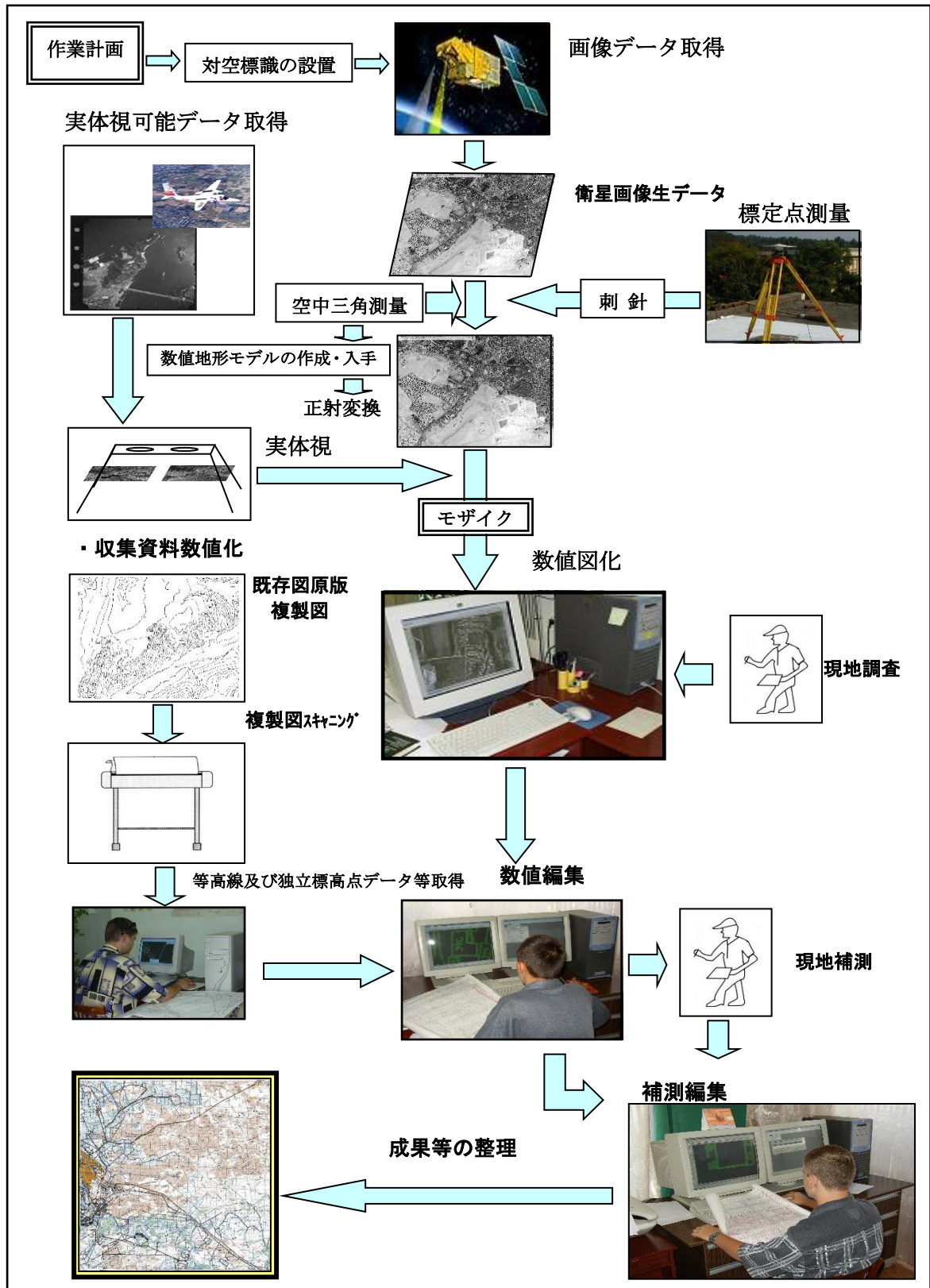
(工程別作業区分及び順序)

第9条 工程別作業区分は、次のとおりとする。ただし、機構が指示し、又は承認した場合は、これを変更し、又は一部を省略することができる。

- (1) 作業計画
- (2) 標定点測量
- (3) 対空標識の設置
- (4) 画像データの取得
- (5) 刺 針
- (6) 現地調査
- (7) 空中三角測量
- (8) 数値地形モデルの作成・入手
- (9) 正射変換
- (10) モザイク
- (11) 等高線及び独立標高点データ等取得
- (12) 数値図化
- (13) 数値編集
- (14) 現地補測
- (15) 補測編集
- (16) 成果等の整理

[解説]

衛星オルソ画像図化の標準的な作業フローを下図に記す。



(衛星オルソ画像による地形図作成に関する各規程の準用)

第10条 前条第1項から第3項、第5項、第6項、第13項、第14項、第15項、第16項までは、海外測量（基本図用）作業要領を準用する。第4項及び第7項については衛星画像による写真測量の海外測量（基本図用）作業マニュアルを、第8項から第10項についてはデジタルオルソ作成の海外測量（基本図用）作業マニュアルを準用する。よって、本マニュアルでは第6項、第11項、及び第12項について記述する。

第2章 衛星オルソ画像による地形図作成

ここでは、第11条に挙げた工程のうち、衛星オルソ画像による地形図作成に特に重要となる事項、また衛星オルソ図化特有の事項、即ち、第11条、第11項等高線及び独立標高点データ取得、第12項数値図化について述べる。また、第6項現地調査、第14項現地補測については、海外測量（基本図用）作業要領本文を準用するが、補足的に本マニュアルにも掲載する。

（現地調査、現地補測）

第11条 現地調査及び現地補測は基本的に、海外測量（基本図用）作業要領本文第5章第110条以降116条まで、及び179条から184条を準用する。ただし、衛星オルソ画像を判読して得られる情報は、ステレオ画像から得られる情報と比べ、判読精度が劣るため、衛星オルソ画像で確認が困難な地物の調査も含めて実施しなければならない。

〔解説〕

具体的に、衛星オルソ画像で確認が困難なものとしては以下の例が挙げられ、それぞれ必要なデータを収集、調査するよう努める。

(1) 道路等

地形図の縮尺によっては、道路、水路（用水路含む）、鉄道その他の線状物体の判読が非常に困難である。よって、現地での調査が必要となる場合がある。

(2) 家屋等

屋根の色またはトーンが、周囲と同じものである時は、判読は容易ではない。よって縮尺に応じた家屋調査が必要となる。

(3) 地形等

衛星オルソ画像上では、比高差による地形の変化は殆ど判読出来ない。現地調査時、衛星オルソ画像の特質を考慮した上で調査を実施しなければならない。

(4) 植生等

森林か草原か、植生の高さによって表現が代わる可能性が高い植生については、その状況を確認する。

(5) 小物体等

小物体については判読が困難であり、現地における調査が必要となる。

（等高線及び独立標高点データ等取得）

第12条 既存図及びそれに類する収集資料の精度が確認され、それらの資料から等高線及び独立標高点データを取得することが可能な場合は、海外測量（基本図用）作業要領第200条～208条に準じて、等高線及び独立標高点データを取得するも

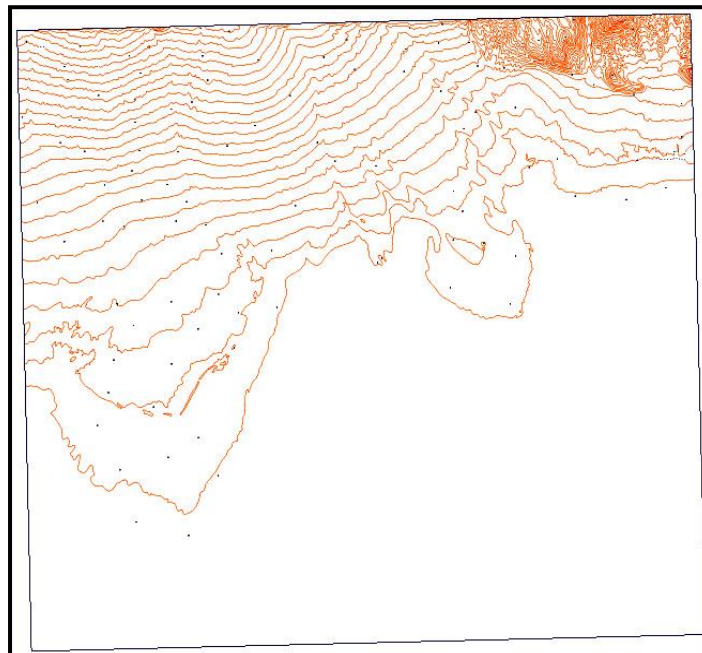
のとする。

[解説]

既存図等の収集資料から、等高線及び独立標高点等の地形図作成のために、必要なデータを取得する作業の例は下記の通りである。

- 既存図ポジフィルム作成
直接原図をスキャンすることを避けるために、その複製を作成する。
- 既存図ラスターデータ取得
複製既存図ポジフィルムを大型スキャナでデジタル化し、ラスターデータを取得する。
- 等高線及び独立標高点データの取得
取得されたラスターデータから、等高線及び独立標高点データを取得する。

取得した等高線、独立標高点データ出力の例



(数値図化)

第13条 衛星オルソ画像の数値化は、作成地形図縮尺を考慮し、地物の比高差による平面位置のずれを考慮して、元データである衛星オルソ画像を識別、判読して得ることの出来る地物を、実体視可能な補助資料を用いて図化する。

[解説]

1. 図化の方法

図化の方法には以下の2例が挙げられる。

- 原稿図を用いた図化
原稿図（衛星オルソ画像の情報をオーバーレイに転写したもの）を用いた図

化に際しては誤差の軽減のために、図化縮尺を目的とする地形図の縮尺よりも大縮尺に設定して作業を行うことがある。

- 管面デジタル化による図化

管面デジタル化による図化に際しては、画面上で自由に縮尺を設定して図化することが可能であるが、この際も誤差の軽減のために、目的とする地形図よりも大縮尺で表示し、作業を行うことができる。

2. 地物の比高差による平面位置のずれ

直下視以外の衛星画像を用いる場合、ビルなどの高さのある地物は斜めに写り込んでいる。縮尺 1:5000 以上の建物データは、屋根の輪郭を取得するため、そのままデジタル化したのでは、画像上の屋根の位置と真位置にずれが生じる。使用する衛星画像がオルソ画像の場合でも、画像の位置精度は地表面における精度である。従って、このずれが許容誤差範囲内に収まることを確認する必要がある。

衛星オルソ画像上で識別可能である項目の例を下記に示す。衛星の種類や分解能にもよるが、おおむね以下の表の例に示すとおりである。ただし、衛星の種類や分解能によっては、ここで示された項目が識別出来ない、あるいはここに示されない項目が識別出来ることもある。また、項目、判読状況によっては、現地調査による確認が必要である。

(1:2,500, 1:5,000 の図式項目)

大分類項目	分類	名称
交通施設	道路	真幅道路、庭園路、建設中の道路
	道路施設	道路橋、分離帯、並木
	鉄道	普通鉄道
	鉄道施設	鉄道橋
建物	建物	普通建物、堅牢建物
水部	水部	水涯線

(1:25,000 の図式項目)

大区分	区分	名称
地形	陸部の地形	砂礫地、噴火口・噴気口、湿地、万年雪
	水部の地形	水涯線、河川、空間の水路、湖・池等
交通施設	道路	真幅道路、記号道路等
	鉄道	一般鉄道、駅、鉄道橋等
建物等	建物	独立建物、総描建物等

衛星オルソ画像を用いた地形図作成作業マニュアル

2021年度版

発行日 2022年2月28日

著者 独立行政法人国際協力機構

社会基盤部 都市・地域開発グループ

本書を無断で変更、転載、販売等をするのは御遠慮下さい。