移動計測車両による測量システムを用いる数値地形図データ作成マニュアル（案）

（平成 25 年４月一部改正）

平成２４年４月

国土交通省 国土地理院

改正履歴

平成 24 年 5 月　作成

平成 25 年 4 月　一部改正

※本書は、平成 25 年 4 月改正箇所を朱書きとしている。

目　　次

【序】解説 1
１．はじめに 1
２．移動計測車両による測量とは 1
３．移動計測車両による測量システムを用いる数値地形図データ作成マニュアル 4
１）本マニュアルの目的 4
２）本マニュアルの構成 4
３）本マニュアルの適用範囲 5
第１編　総則 6
第１条　（目的） 6
第２条　（準則の準用） 6
第３条　（移動計測車両による測量） 6
第４条　（方法） 7
第５条　（工程別作業区分及び順序） 7
第６条　（数値地形図データの地図情報レベル） 8
第７条　（数値地形図データの図式） 9
第８条　（図化範囲） 9
第９条　（移動計測車両による測量システムの構成及び性能） 10
第10条　（キャリブレーション） 13
第11条　（作業計画） 13
第12条　（工程管理） 13
第13条　（精度管理） 14
第14条　（測量成果の検定） 14
第15条　（成果及び資料等の様式） 14
第16条　（運用基準） 14
第２編　移動計測車両による測量 15
第１章　移動計測車両による測量 15
第１節　移動取得 15
第17条　（要旨） 15
第18条　（移動取得計画） 15
第19条　（既知点との整合） 16
第20条　（始業点検） 17
第21条　（固定局） 17

第 22 条　（初期化） 18
第 23 条　（運転） 19
第 24 条　（移動取得） 19
第 25 条　（取得時間） 20
第 26 条　（気象条件） 20
第 27 条　（終了処理） 21
第 28 条　（取得結果の点検及び再取得） 21
第 2 節　解析 21
第 29 条　（要旨） 21
第 30 条　（解析処理） 23
第 31 条　（図化用データの作成） 24
第 32 条　（解析結果の評価） 24
第 33 条　（標定点） 25
第 34 条　（標定点の設置） 26
第 35 条　（解析結果の調整処理） 27
第 36 条　（調整処理の点検） 27
第 37 条　（図化用データの再作成又は補正） 27
第 3 節　合成 28
第 38 条　（要旨） 28
第 39 条　（合成結果の点検） 29
第 4 節　数値図化 29
第 40 条　（要旨） 29
第 41 条　（移動計測車両用図化機） 29
第 42 条　（取得する座標値の単位） 30
第 43 条　（細部図化） 31
第 44 条　（図化用データの使用範囲） 32
第 45 条　（標高点の計測） 35
第 46 条　（図化結果の点検） 35
第 5 節　現地補測 36
第 47 条　（要旨） 36
第 48 条　（方法） 36
第 49 条　（補測資料の作成） 38
第 50 条　（補測結果の点検） 38
第 6 節　数値編集 38
第 51 条　（要旨） 38

第 52 条　（数値編集）..... 38
第 53 条　（編集結果の点検）..... 39
第 7 節　数値地形図データファイルの作成..... 39
第 54 条　（要旨）..... 39
第 8 節　品質評価..... 39
第 55 条　（要旨）..... 39
第 9 節　成果等の整理..... 40
第 56 条　（メタデータの作成）..... 40
第 57 条　（成果等）..... 40
第 3 編　資料..... 41
第 1 章　標準様式..... 41
キャリブレーション記録簿..... 42
取得計画図..... 44
取得実績図/取得実績表..... 45
固定局明細表..... 47
GNSS 衛星数と DOP 値..... 48
基線解析又は最適軌跡解析の解の品質..... 50
基線解析又は最適軌跡解析の解の往復差..... 51
基線解析又は最適軌跡解析の解の標準偏差、平均値、最大値..... 52
解析結果 精度管理表..... 53
調整処理計画図..... 55
標定点明細表..... 56
標定点測量（単点観測法）精度管理表..... 58
調整処理 精度管理表（図化用データ補正）..... 59
合成結果 精度管理表..... 60
点検測量 精度管理表..... 61
第 2 章　参考資料..... 62
用語一覧..... 74

【序】解説

１．　はじめに

近年、電子機器の小型・高性能化、データ処理・解析技術の向上等によって、車両等の移動体に各種のセンサ（計測器）を搭載して地形・地物等の三次元位置情報を計測する技術が開発・実用化されている。

この技術で利用されるセンサ等は、GNSS 測量機、IMU（慣性計測装置）、走行距離計（オドメータ、DMI、走行距離積算計ともいう）、レーザ測距装置（スキャナ機能付き）及びデジタルカメラ等であり、これらの機器を組み合わせて車両等に搭載し、普通走行しながら道路周辺の地形・地物等に関する三次元位置情報を効率的かつ迅速に取得できる。

現在、この技術を利用した公共測量は、個々のシステムに応じて、公共測量作業規程の準則（以下、「準則」という。）第 17 条（機器等及び作業方法に関する特例）を適用して実施されているが、多様な機器構成と図化手法にも対応する標準的な作業方法が示されることにより、新しい測量技術が普及、促進されることから、マニュアル等の整備が求められている。

こうしたことから、この技術を利用した測量作業の標準的な作業方法をマニュアルとして定めることにより、この技術に対する理解が深まるとともに、品質が確保された数値地形図データの整備が促進されて、基盤地図情報の更新等を含む、新たな業務に利活用されることを期待するものである。

２．　移動計測車両による測量とは

移動計測車両による測量とは、車両に各種の計測機器を組み合わせて搭載し、地形・地物等を移動しながら計測を行い数値地形図データ作成するもので、基本的には GNSS 測量機、IMU、走行距離計、デジタルカメラ、レーザ測距装置で構成されるシステムを用いて、主に道路の数値地形図データを作成する手法である。

現在使用されているシステムでは、機器の性能や構成、取り付け位置等はこれまでの測量機器に比べると多様性が高いといえる。

車両に各種のセンサを搭載し、車両から道路周辺の地形・地物等を計測する技術は、1980 年代後半に路面性状調査を目的とした業務で初めて実用化されている。1990 年代には、測量会社及び大学等が測量や三次元都市モデリングを目的としたシステムの開発を行ったが、精度や効率性等の課題を解決できず、測量分野での本格的な利用には至らなかった。2000 年代になると、位置精度や画質にこだわらないで Web 上で道路からの景観を掲示するサービスが開始され、2009 年には、測量会社が公共測量への実用化を開始している。

なお、車両に各種のセンサを搭載して道路・地形や街並みの撮影や計測を行うシステムの呼称は、1990 年代にはモバイルマッピングやモービルマッピングと呼ばれていたが、特定の呼称が定着することはなかった。

また、近年においても、測量会社等により開発・運用されているシステムは、それぞれに固有の呼称がつけられており、現時点では一般的な呼称は確定していない。

以下、現時点における移動計測車両による測量の特徴、データ取得及び最適軌跡解析、数値図化について、その概要を記述する。

（１）移動計測車両による測量システムにおける位置姿勢決定の特徴

現状の移動計測車両による測量システムは多様であり、それらをまとめてその特徴を簡潔に表現するのは困難である。また、測量精度の観点からいえば、安定的な精度を得るためには注意深い取り扱いが必要であることから、複雑なシステムともいえる。

移動計測車両による測量では、GNSS 測量による位置決めが最も重要な部分である。さらに、GNSS 測量による位置決めが十分でない場合には、IMU 等による補完が重要となる。

走行経路沿いには GNSS 衛星からの電波を遮蔽する高層建物や電波に干渉する高圧送電線等ができるだけ存在しないことが理想であるが、電波を良好に受信できない箇所は、例えば IMU を使用して補うことになる。IMU の計測値は時間とともに劣化し、その度合いは必ずしも小さくはない。GNSS 衛星からの電波が良好に受信できない箇所では、IMU だけでは GNSS 測量データを十分に補うことができない。このような箇所では、走行距離計による制御をとり入れたり、標定点を用いた測地座標系との標定が必要となる。

（２）移動計測車両による測量におけるデータ取得及び最適軌跡解析

データ取得を行うにあたっては、システムのキャリブレーションが行われていて、その状態が維持されている必要がある。

データ取得を開始する前には、上空視界や道路状況の良好な箇所において GNSS 測量機や IMU 等を初期化する必要があり、初期化の方法や初期化に要する時間はシステムによって異なっている。

データ取得は、GNSS 衛星からの受信が遮断されないように留意する必要があり、GNSS 衛星からの受信が不良箇所は、短時間で通過することが品質確保につながる。

必要な精度が得られない程に GNSS 衛星からの受信が遮断された場合には、標定点を用いて測地座標に対する標定が必要になる。その際、標定点が撮影あるいはレーザ計測されている必要がある。しかし、計測後に GNSS 衛星からの受信が遮断されたことがわかったのでは対応が困難な場合もあり、あらかじめそのような場所を推定して対策をとっておく必要がある。しかし、これは、技術的にも運用的にも難しいが、経済性を多少犠牲にしても必要な精度を確保するためには必要な対策である。そのため、今後は建物や構囲等の平坦面を利用して標定が行われることも想定される。このような方法では、平坦面に照射されたレーザ点群の密度が重要となる。

最適軌跡解析とは、車両の経路、厳密には IMU の経路を精密に算出することである。この解析結果とキャリブレーションデータを用いて、デジタルカメラやレーザ測距装置の位置と姿勢が算出される。これにより、デジタルカメラで重複して撮影された写真、レーザ測距装置の位置と姿勢からレーザの

走査方向と計測距離を用いてレーザが照射された位置の三次元点群データ、あるいは写真による二次元画像とレーザ測距装置による計測距離を複合表示したデータといった図化用データから図化することが可能となる。

解析結果の精度は、各種センサの性能だけでなく、解析ソフトに実装された処理アルゴリズムの性能によっても異なってくる。

（３）移動計測車両による測量における数値図化

数値図化の方法として幾つかの方法が用いられているが、ここでは一般に使われる以下に示す三つの方法について、その概要及び特徴を解説する。

１）レーザ点群と写真を重ね合わせたデータに基づいて図化する方法

この方法は、次の二つの種類に分けられる。

① 写真にレーザ点群を投影し、写真に基づいて写真座標系上で形状を取得すると同時に、レーザ点群を使用して三次元座標に変換する手法

この方法では、レーザ点群と写真を重畳表示させて図化する手法で、最も実用的に使われると考えられる。この場合、斜め写真で図化することになる。この図化手法では、写真の奥側は写真の解像度が低下するため使用しない。斜め写真からは読み取れない起伏や凹凸は、別途、断面図を表示しながら確認する。本マニュアルでは、この方法を「複合表示による方法」と分類している。

② レーザ点群と写真から正射写真を作成して図化をする手法

この方法では、道路面についての判読だけならば容易なため、図化はマップデジタイズと同じ手法となるため非常に簡単に考えられるが、実際にはモザイクが難しく、必要精度を満たしていても図化者が写真間のズレを受容することは困難と考える。

①及び②ともに写真の解像度が重要となるとともに、ハレーション等を起こさないような撮影を心掛ける必要がある。

２）ステレオ写真から計測する方法

この方法は、空中写真測量と原理は同じであるが、計測方法は異なり、空中写真測量のような実体視による計測は希である。その理由は、システムが高価になるとともに、左右の写真が人の目の配置と合致した並びでなかったり、写真に写った地物の縮尺が左右の写真で大きく異なるようなことが起こり、効率が悪いことによる。これらの要因から左右の写真に写った同一点を別々に観測する方法が一般的になると考えられる。この方法のうち、２台のカメラを車両の前面あるいは側面に並べて撮影する方法を「立体視による方法」、１台のカメラで車両の進行に合わせて撮影する方法を「個別視による方法」と分類している。

３）レーザ点群に反射強度に応じて画素の濃淡を決定し、データを正射投影した反射強度画像を作成して、この反射強度画像上で図化する方法

この方法は、「正射表示による方法」として分類し、レーザ点群の密度が図化に耐えられるだけ密

でなければならないが、図化はマップデジタイズと同じ手法で図化できる。また、前項の方法は常に写真とレーザ点群の重ね合わせ精度に留意する必要があるが、この方法はレーザ点群のみであるため重ね合わせで生じる混乱の影響を受けることがない。一方、路面舗装材との反射特性が異なる白線等は明瞭に表現されるが、様々な環境（特に水による濡れ）における路面状態の計測に耐えられるかは、今後確認していく必要がある。

３．　移動計測車両による測量システムを用いる数値地形図データ作成マニュアル

１）　本マニュアルの目的

移動計測車両による測量システムを用いる数値地形図データ作成マニュアル（以下、「本マニュアル」という。）は、準則第 17 条（機器等及び作業方法に関する特例）を適用し、公共測量において移動計測車両による測量を実施する場合の標準的な作業方法を定め、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。

① 公共測量を実施する場合

国又は地方公共団体等において、準則を準用している場合、準則第 17 条（機器等及び作業方法に関する特例）を適用し、測量法第 36 条（計画書についての助言）に基づく国土地理院の技術的助言により、本マニュアルを準用することができる。

② 基本測量及び公共測量以外の測量を実施する場合

基本測量及び民間等が公共測量以外の測量を実施する場合にも、本マニュアルを利用することができる。

２）　本マニュアルの構成

本マニュアルは、移動計測車両による測量を実施する際の標準的な作業方法、使用する機器等の必要な事項について規定している。

また、測量技術としての移動計測車両による測量に対する理解を深め、その利用の普及・促進を図るため、条文、運用基準のほかに解説を加えている。なお、本マニュアルの全体構成は、以下のとおりである。

① 【序】解説

移動計測車両による測量についての概説、マニュアルの構成等について説明している。

② 第 1 編　総則

本マニュアルの目的、移動計測車両による測量を実施するにあたっての条件及びデータの取り扱い等について規定している。

③ 第 2 編　移動計測車両による測量

移動計測車両による測量を実施するにあたっての工程別作業区分及び作成手法、主な測量記録等の規格について規定している。

④ 第 3 編　資料

移動計測車両による測量のための精度管理及び数値地形図データのファイル仕様等の標準様式を規定するとともに、GNSS/IMU 装置のキャリブレーション記録簿等の定期点検証明書の事例を示している。また、本マニュアルの妥当性を検証するために実施した実証実験結果の概要、その際に使用したシステムの機器構成、諸元、図化方式等について、参考資料として示している。

３） 本マニュアルの適用範囲

本マニュアルは、原則として地図情報レベル 500～2500 の数値地形図データの整備を目的として実施する公共測量に利用することを前提としている。一般的には、地図情報レベルの大きい数値地形図データの整備は、より広範囲を効率的に測量することが可能である写真測量が優位であり、経費、作業効率、精度等を考慮し、本マニュアルの適用を考える必要がある。

また、公共測量に適用することを考慮すると、自ずと本マニュアルの利用分野は限定されることになるが、現状、移動計測車両による測量は、主として道路台帳附図の作成、更新等での利用がその大半を占めている。今後も本マニュアルの公共測量での利用は、前述に沿った業務のなかで利用されていくと考えられるが、システムの性能向上、解析技術の開発等の進展状況により、新たな分野での利用も拡大していくものとも考えられる。本マニュアルは、移動計測車両による測量システムを測量法で定めるところの公共測量へ利用するために規定したものであるが、移動計測車両による測量システムは行政や民間での調査等への利用も可能である。行政や民間での調査等への利用においては、要求される精度に合わせて本マニュアルを見直して使用されたい。

なお、本マニュアルに基づいて業務を実施した場合、測量成果及び測量記録等の中には、これまでとは異なり、例えば、道路周辺の景観画像データに写り込んだ個人情報など、プライバシーの侵害や個人情報の保護等に抵触する可能性のあるものがあるので、取り扱いには充分に配慮する必要がある。

第1編　総則

（目的）

第 1 条　本マニュアルは、公共測量における移動計測車両による測量システムを用いる数値地形図データ作成について、その標準的な作業方法等を定めることにより、その規格の統一、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。

＜第 1 条　運用基準＞

1　測量計画機関（以下「計画機関」という。）は、保有する公共測量作業規程において、本マニュアルを準則 第 17 条「機器等及び作業方法に関する特例」に準じて公共測量に使用する場合、使用する移動計測車両による測量システムについて、測量作業機関（以下「作業機関」という。）等から精度検証結果を提出させて、本マニュアル及び公共測量作業規程に規定されている精度を確保できていることを確認する。

【解　説】

現行の準則において、移動計測車両による測量の利用について規定されていないが、準則第 17 条において、計画機関は、必要な精度の確保及び作業能率の維持に支障がないと認められる場合には、準則に定めない機器等及び作業方法を用いることができるとされている。

準則第 17 条適用のため、計画機関は、使用する資料、機器、測量方法等により精度が確保できることを作業機関等からの検証結果に基づいて確認するとともに、確認にあたっては、あらかじめ国土地理院の長の意見を求めることとされている。

また、国土地理院が新しい測量技術による測量方法に関するマニュアルを定めた場合は、当該マニュアルが前述の確認にあたって、確認のための資料として使用することができることと規定されている。本マニュアルは、これに該当するものであり、計画機関は本マニュアルと作業機関から提出される精度検証結果により、この新しい測量技術を使用することについて判断することになる。

（準則の準用）

第 2 条　本マニュアルに定めるもの以外は、準則の関係規定を準用する。

（移動計測車両による測量）

第 3 条　本マニュアルにおける「移動計測車両による測量」とは、道路周辺の地物を対象として、移動計測車両に搭載した自車位置姿勢データ取得装置で得られたデータを用いて、解析ソフトにより図化用データ取得装置で得られたデータに対して座標を与え、移動計測車両用図化機及び地形図編集装置を用いて数値地形図データファイルを作成する作業をいう。

【解　説】

移動計測車両による測量に使用される標準的な機器及びソフトウェアは、自車位置姿勢データ取得装置、図化用データ取得装置、解析ソフトウェア、移動計測車両用図化機、地形図編集装置によって構成される。

1．自車位置姿勢データ取得装置

自車位置姿勢データ取得装置では、自車の位置及び姿勢を求めるための GNSS/IMU 装置等によりデータ取得を行う。

2．図化用データ取得装置

図化用データ取得装置では、図化に必要となる写真の撮影や距離データの計測を行う。

3．解析ソフトウェア

解析ソフトウェアは、固定局、GNSS 測量機、IMU、走行距離計等から得られたデータを用いて、自車の位置と姿勢を求めて図化用データを作成するとともに標定点を用いて自車の位置と姿勢あるいは図化用データの補正を行う。

4．移動計測車両用図化機

移動計測車両用図化機では、図化用データから数値地形図データを図化する。

5．地形図編集装置

地形図編集装置では、図化したデータを図式に従って編集する。

（方法）

第 4 条　移動計測車両による測量は、車両に搭載した自車位置姿勢データ取得装置や図化用データ取得装置等により得られた外部標定要素付き写真、三次元点群データを用いて行うものとする。

2　外部標定要素付き写真、三次元点群データは、必要に応じて位置姿勢精度を確保するための調整処理を行うものとする。

＜第 4 条　運用基準＞

1　調整処理は、GNSS 衛星からの電波受信が不良と予測される箇所、又は電波受信が不良で図化用データの精度が許容範囲を超えた箇所で、図化用データに所定の精度を確認、確保するために行うものとする。

【解　説】

外部標定要素付き写真及び三次元点群データを、本マニュアルでは総称して図化用データと呼ぶ。

GPS、GLONASS 及び準天頂衛星を本マニュアルでは GNSS 衛星と呼ぶ。

（工程別作業区分及び順序）

第 5 条　工程別作業区分及び順序は、次のとおりとする。

一　移動取得計画

二　移動取得

三　解析

四　合成

五　数値図化

六　現地補測

七　数値編集

八　数値地形図データファイルの作成

九　品質評価

十　成果等の整理

【解　説】

工程別作業区分及び順序は、図 1 のとおりである。

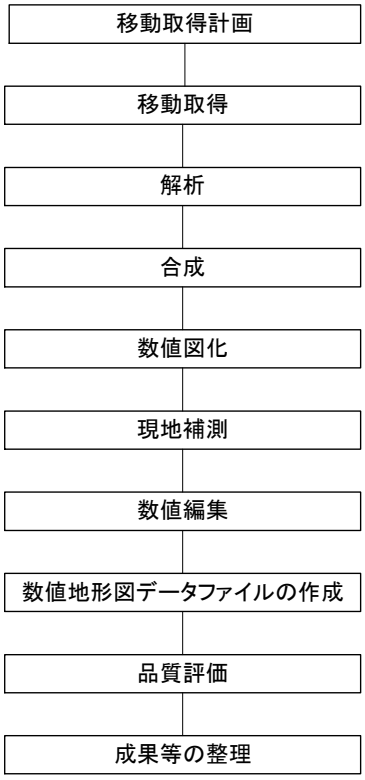


図 1　工程別作業区分及び順序

（数値地形図データの地図情報レベル）

第 6 条　数値地形図データの地図情報レベルは、500、1000 及び 2500 を標準とする。

2　地図情報レベル 2500 に適用する場合は、道路形状や道路縁上の構造物等の図化に適用することを原則とする。

＜第 6 条　運用基準＞

1　数値地形図データの位置精度及び地図情報レベルは、準則第 80 条（数値地形図データの精度）

に準じ次表を標準とする。

地図情報レベル	水平位置の標準偏差	標高点の標準偏差	等高線の標準偏差
500	0.25m 以内	0.25m 以内	0.5m 以内
1000	0.70m 以内	0.33m 以内	0.5m 以内
2500	1.75m 以内	0.66m 以内	1.0m 以内

2　「地図情報レベル」とは、数値地形図データの地図表現精度を表し、数値地形図における図郭内のデータの平均的な総合精度を示す指標をいう。

3　地図情報レベルと地形図縮尺の関係は、次表のとおりである。

地図情報レベル	相当縮尺
500	1/500
1000	1/1000
2500	1/2500

【解　説】

地図情報レベル 2500 以上では、面的な整備が行われることが多く、このような地図情報整備に有利な他の手法（空中写真測量や既成図数値化など）を補う役割を担うことになる。

（数値地形図データの図式）

第 7 条　数値地形図データの図式は、準則付録 7 を標準とし、目的及び地図情報レベルに応じて適切に定めるものとする。

2　地図情報レベルごとの地図項目の取得分類基準、数値地形図データのファイル仕様、数値地形図データファイル説明書、分類コード等は、準則付録 7 を適用することができる。

（図化範囲）

第 8 条　図化範囲は道路縁内を原則とし、移動計測車両の性能が数値地形図データの精度を超えない範囲で道路縁外も図化できるものとする。

2　道路縁外を図化する場合は、移動計測車両からの遮蔽部を適切な測量方法で補測するものとする。

3　図化の対象とする道路は、移動計測車両の走行が可能で、かつ図化が適切に行える幅員でなければならない。

＜第 8 条　運用基準＞

1　道路縁とは、道路法第 2 条第 1 項に規定する道路にあっては道路構造令（昭和 45 年政令第 320 号）第 2 条に定める歩道、自転車道、自転車歩行者道、車道、中央帯、路肩、軌道敷、交通島又は植樹帯で構成される道路の部分の最も外側の線（植樹帯が最も外側にある場合にあっては、当該植樹帯を除いた道路の部分の最も外側の線をいう。）、道路法第 2 条第 1 項に規定する以外の道路にあ

ってはこれに準ずる線をいう。

【解　説】

道路縁は、地理空間情報活用推進基本法第二条第三項の基盤地図情報に係る項目及び基盤地図情報が満たすべき基準に関する省令（平成十九年八月二十九日国土交通省令第七十八号）に基づいて規定した。

（移動計測車両による測量システムの構成及び性能）

第９条　移動計測車両による測量システムは、自車位置姿勢データ取得装置、図化用データ取得装置及び解析ソフトウェア等から構成されているものとする。

一　自車位置姿勢データ取得装置は、GNSS 測量機、IMU、走行距離計等で構成され適切に同期されているものとする。

二　図化用データ取得装置は、デジタルカメラやレーザ測距装置等で構成されるものとする。

三　レーザ測距装置によるデータのみで図化を行う場合には、参照用写真を撮影するデジタルカメラが備えられているものとする。

四　解析ソフトウェアは、自車の位置、姿勢の算出、図化用データの作成等の機能を備えたものとする。

五　移動計測車両による測量に使用する機器は、車体に堅固に固定できるものとする。

２　自車位置姿勢データ取得装置のうち、GNSS 測量機は、次の性能を有するものとする。

一　準則別表１測量機器級別性能分類表において規定された、干渉測位が可能な測量機であること。

二　位置取得について、1 秒以下の間隔でデータ取得できるものとする。

三　測定精度は、±（20mm＋2×10^{-6}×測定距離）以下で、最小解析値の単位は 1mm とする。

３　図化用データ取得装置は、次の性能を有するものとする。

一　デジタルカメラは、図化範囲内における正射影の地上画素寸法が、5cm 以内であるものとする。

二　レーザ測距装置の図化範囲における正射影の最少点群密度は、用途に応じて次のとおりとする。

イ　レーザ点群のみによる図化に用いる場合は、400 点/m^2 以上であるものとする。

ロ　複合表示による立体的構造を持つ地物の図化及び距離を得るために用いる場合は、50 点/m^2 以上であるものとする。

ハ　複合表示による平面的構造を持つ地物の図化に用いる場合は、25 点/m^2 以上であるものとする。

ニ　レーザ測距装置は、スキャン機能を有するものとする。

ホ　レーザ測距装置に使用するレーザ光線は、人に安全なクラス又は対策がとられているものを使用するものとする。

4　デジタルカメラのみにより図化用データ取得装置が構成される場合には、図化範囲内において、図化に使用する立体写真での交会角が6度以上でなければならない。

5　参照用写真の撮影に用いるデジタルカメラは、次の性能を有するものとする。

一　レーザ測距装置による照射範囲が網羅できるものとする。

二　画素寸法は、図化対象の地物が十分に判読できる解像度を有するものとする。

6　解析ソフトウェアは、次の性能を有するものを標準とする。

一　自車位置姿勢データに基づいて、図化用データが作成できる。

二　標定点から自車位置姿勢の軌跡座標を算出し、調整処置する機能を有するものとする。

7　移動計測車両用図化機は、次の各号の機能を有するものとする。

一　図化用データの使用可能範囲を表示する機能を有することを原則とする。

二　個別視により図化を行う場合は、図化可能範囲を認識できるものとする。

【解　説】

本条で規定した移動計測車両による測量システムの機器（自車位置姿勢データ取得装置、図化用データ取得装置）の構成と、これらの機器と解析ソフトウェアから得られる図化用データ及び第41条で規定する移動計測車両用図化機の図化手法（複合表示による方法、正射表示による方法、個別視による方法、立体視による方法）は、図 2 に整理したものを想定したものである。各移動計測車両による測量システムは、自車位置姿勢データ取得装置で得られた位置や姿勢、速度情報、図化用データ取得装置で得られた写真や距離データから、測地座標系に関連づけられた図化用データを作成する。

このとき位置情報は、GNSS 測量機に限定されるが、姿勢を取得する機器は幾つかの選択肢がある。走行距離を取得する機器にも幾つかの選択肢があるが、その違いによる影響は少ないため、図では一つにまとめてある。図化用データは、おおむね二つの機器の組み合わせとなっている。移動計測車両による測量システムでは、これらの組み合わせによって構成することが可能で、多様である。また、移動計測車両による測量システムから得られる図化用データは機器の構成により 6 種類が想定され、それらから図化する手法も 4 種類考えられ多様である。

今後、公共測量への適用が図られる新たな移動計測車両による測量システムに対しては、システムの特性を踏まえた検証を行い、その結果をマニュアルに反映して利用することが望まれる。

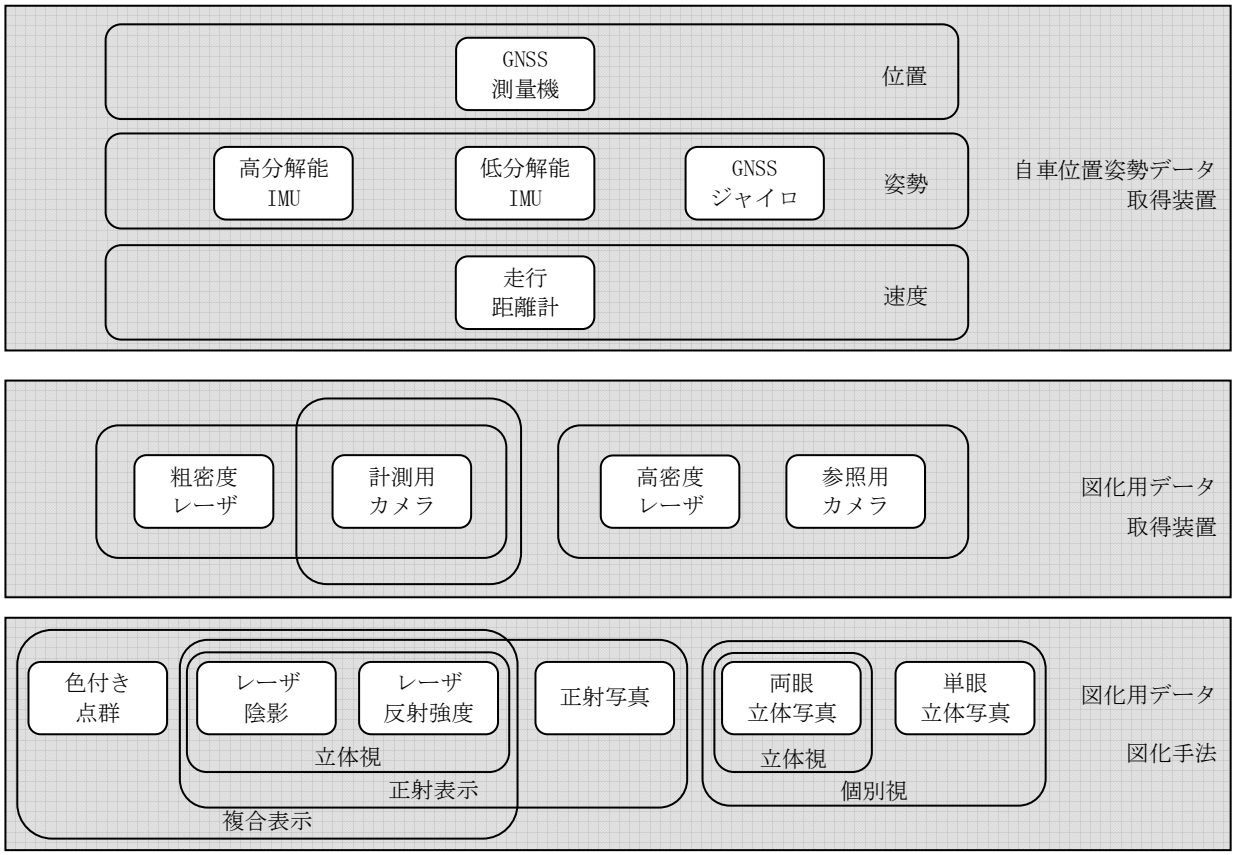


図 2　移動計測車両による測量システムの機器構成と図化手法

本条で規定した各数値の考え方は、次のとおりである。

自車位置姿勢データ取得装置の内、GNSS 測量機は準則別表 1 測量機器級別性能分類表に基き規定している。GNSS 測量機以外の機器については、移動計測車両による測量システム毎に機器の性能が異なるとともに、機器の性能に応じて標定点を設置することにより所定の精度性能を得られることから、性能は規定しなかった。

図化用データ取得装置の性能は、最初にデジタルカメラの性能を決め、これに基づいてレーザ点群のみによる図化に用いるレーザ測距装置の性能を決定した。電柱や塀などのような立体的な形状を持つ地物の図化や距離を得るために用いるレーザ測距装置は、多くのレーザ点群を必要とする図化用途を基準に、駒止や歩道の段差などように比高差の低いものであっても側面にレーザ点群が数点照射されるものとした。デジタルカメラの性能（計測範囲内での最大地上画素寸法）は、準則第 3 編第 3 章の空中写真の撮影縮尺（第 124 条）における地図情報レベル 500 の空中写真（大縮尺側）を数値化の画素寸法 21μm（第 139 条）で数値化された場合を基準に、撮影範囲が狭いこと、斜め撮影であることを考慮し、安全側で切りの良い数値とした。レーザ点群のみによる図化に用いるレーザ測距装置は、単位面積当たりでデジタルカメラによる最大地上画素寸法の画素と同等の計測密度とした。

4 項で規定した交会角は、計測対象物を頂点とし、立体写真に写った同一点を底辺の両端とする三角形において、頂点がなす角を指す。（第 44 条解説図 5 参照）

（キャリブレーション）

第 10 条　移動計測車両による測量システムは、キャリブレーションを定期的に行うものとする。

２　キャリブレーションの有効期間は、次のとおりとする。

一　固定式システムのキャリブレーションは、1 年とする。

二　着脱式システムのキャリブレーションは、6 ヶ月とする。

３　固定式システムは、システムを構成する空間的配置の厳密性を要する機器に対し、作業者による変更が行えないものとする。

【解　説】

移動計測車両による測量システムには、移動計測車両に恒久的に固定設置されたもの（これを「固定式」という。）と、計測時に適宜搭載するもの（これを「着脱式」という。）がある。

固定式のキャリブレーションは主にメーカ工場等で行われ、センサ間の堅ろう性が確保された状態を作業者側では容易に変更できないということで、キャリブレーション状態の長期保持を保証するとして、一般には 1 年間が保証されている。

着脱式の場合は、主に作業者によって適宜キャリブレーションが行われる。着脱式システムは、可搬性等の利便性に配慮しているが、その代わりシステムの着脱時を含め、適宜、作業者側でキャリブレーションを行う必要がある。

キャリブレーションは、各取得データが実際の図化対象地物の三次元座標と一致するように調整することである。その方法は多様で、センサの構成によっても異なってくる。

システム座標系の原点と GNSS アンテナとのオフセット値が設計値を適用できる場合は、キャリブレーションに固定局を用いなくてもよい。

キャリブレーションを実施した際は、キャリブレーション記録簿を作成しなければならない。

（作業計画）

第 11 条　作業機関は、作業着手前に作業の方法、使用する主要な機器、要員、日程等について適切な作業計画を立案し、これを計画機関に提出して、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場合も同様とする。

（工程管理）

第 12 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、測量作業の進捗状況を適宜計画機関に報告しなければならない。

（精度管理）

第 13 条　作業機関は、測量の正確さを確保するため、適切な精度管理を行い、その結果に基づいて精度管理表を作成し、これを計画機関に提出しなければならない。

２　作業機関は、各工程別作業の終了時、その他適切な時期に所要の点検を行わなければならない。

３　作業機関は、作業の終了後速やかに点検測量を行わなければならない。

＜第 13 条　運用基準＞

１　自車位置姿勢データ及び図化用データは取得路線単位で精度管理を行う。

２　数値地形図データファイルは、図郭単位に精度管理を行う。

３　３　点検測量率は、移動計測車両による測量システムで取得した路線の総延長に対して 5 ％とする。

【解　説】

本マニュアルは、準則第 17 条に適用されるものであるため、準則 13 条で規定する地形測量及び写真測量の点検測量率 2 ％ではなく、実績を積み上げる当面の間は、5 ％実施することになる。

（測量成果の検定）

第 14 条　作業機関は、基盤地図情報に該当する測量成果等の高精度を要する測量成果又は利用度の高い測量成果で計画機関が指定するものについては、準則付録 3 に基づく検定に関する技術を有する第三者機関による検定を受けなければならない。

（成果及び資料等の様式）

第 15 条　移動計測車両による測量における成果、資料等は、標準的な様式で作成するものとする。ただし、成果等の使用、保存等に支障がないと認めて計画機関が指示し、又は承認した場合に限り、異なる様式により作成することができる。

＜第 15 条　運用基準＞

１　移動計測車両による測量に関連する標準的な様式は、本マニュアルに規定する。

（運用基準）

第 16 条　本マニュアルの運用に関し必要な事項については、本マニュアルの中に運用基準として定める。

第2編　移動計測車両による測量

第1章　移動計測車両による測量

第1節 移動取得

（要旨）

第 17 条　「移動取得」とは、自車位置姿勢データ取得装置及び図化用データ取得装置等を搭載した移動計測車両から自車位置姿勢データと図化用データを生成するためのデータを取得する作業をいう。

２　車両の運転にあたっては安全を最優先し、交通法規を遵守して行うものとする。

（移動取得計画）

第 18 条　移動取得を行うに当たっては、取得路線の距離、配置等及び初期化や終了処理が良好な地区を踏まえ、取得計画図を作成するものとする。

２　取得路線は、図化用データを取得する範囲とし、路線形状によるデータ取得に欠損が生じないように留意する。

３　走行路線は、初期化から終了処理までとし、取得路線への進入、退出においては GNSS 衛星からの電波の安定受信と移動計測車両の安定走行に配慮するものとする。

＜第 18 条　運用基準＞

１　移動取得計画は、次の各号に留意して行うものとする。

一　取得路線において、安定した走行ができるよう取得の支障になる事象の確認を行う。

二　取得路線において道路幅員や立体交差部、側道部、取り付け道路部、道路工事、積雪等、障害となるものの有無について事前に調査を行う。

三　GNSS 衛星の配置を事前に調べ、最適な状態で取得できるようにする。

四　取得路線上に遮蔽物や電波障害を発生させるようなものの存在の有無を確認する。

五　GNSS 衛星からの電波受信が困難で長距離にわたり精度劣化が予測される場合で、標定点となり得る明瞭な地物がない場合には、予め標定点を設置する。

六　日の出、日の入りの時刻を確認し、取得時間を決定する。

七　図化用データが所定の地上画素寸法あるいはレーザ点群密度を得られるとともに、取得落ちが生じない走行速度とする。

八　同一路線での取得を複数回行う必要がある場合には、それらの図化用データの合成が適切に行えるようにする。

九　写真から直接図化する場合には、統合による合成が必要ないようにする。

2　走行路線は、次の各号を踏まえて決定するものとする。

一　初期化及び終了処理範囲においては、GNSS 衛星からの電波受信が良好でなければならない。

二　初期化及び終了処理に走行を必要とする場合は、前号に加え、安定走行ができるものとする。

3　取得路線は、次の各号を踏まえて計画を立案する。

一　各取得路線は、進入、退出も含め右左折を極力回避した経路とする。

二　GNSS 衛星からの安定した電波受信が長時間にわたって期待できない箇所では、自車位置姿勢データ取得装置の自己較正が行える待避場所を設ける。

三　図化用データの取得が適切に行える。

四　GNSS 衛星からの電波受信が良好な時間帯である。

4　走行路線及び取得路線は、ナビゲータが適切に走行指示をできるように、取得計画図に整理するものとする。

【解　説】

写真から直接図化する方法とは、重複して撮影された複数の写真から同一箇所を計測して三次元座標に変換する方法である。この方法では、理論的には写真の枚数に限度はないが、移動計測車両による測量で得られる自車位置姿勢データの解析精度から、連続して撮影した写真しか使えない。そのため同じ箇所を複数回走行して撮影した写真を統合して利用することはできない。ただし、車線毎に走行して取得した写真を接合させて、道路全体の数値地形図データを作成することは可能である。

右左折等の走行は、自車位置姿勢データ取得における誤差累積が大きくなるため、極力回避する。

（既知点との整合）

第 19 条　固定局を現地の既知点に設置しない場合、移動取得前には、作業地域の既知点と GNSS 干渉測位方式で得られる位置座標に不整合がないかを確認し、必要に応じて整合を図るものとする。

2　既知点との整合の方法は、次のとおりとする。

一　整合の基礎となる既知点は、作業地域の周辺を囲むように配置するものとする。

二　前号の既知点数は、３点以上を標準とする。

三　水平の整合処理は、座標補正として次により行うものとする。

イ　座標補正に用いる既知点数は、３点以上を標準とする。

ロ　座標補正の補正手法は適切な方法を採用するものとする。

四　高さの整合処理は、標高補正として次により行うものとする。

イ　標高補正は、標高を用いることを標準とする。

ロ　標高補正に用いる既知点数は、３点以上を標準とする。

ハ 標高補正の補正手法は適切な方法を採用するものとする。

五　座標補正の点検は、座標補正を行った点と作業地域に隣接する点との距離を、座標補正前後で求め、その較差により行うものとする。なお、較差の許容範囲は、次表を標準とする。

点検距離	許容範囲
500m 以上	点検距離の 1/10,000
500m 未満	50mm

3　標高を求める場合は、国土地理院が提供するジオイドモデルによりジオイド高を補正して求めるものとする。

【解　説】

電子基準点を固定局とする場合には、現地の基準点網との整合がとれない場合がある。

補正の方法には、ヘルマート変換やアフィン変換等がある。

（始業点検）

第 20 条　取得を開始するにあたっては、始業点検を行い、車両、システムを構成する機器等に障害が起きていないかを確認するものとする。

＜第 20 条　運用基準＞

1　運転手の体調が運転に支障がないことを確認するものとする。

2　移動取得が安全に行えるよう、車両の点検を行う。特にブレーキランプやハザードランプ等の点灯・点滅を確認する。

3　激しい動作や衝撃によって故障しやすい機器については、実際の動作等による点検を行うものとする。

4　作業者によりキャリブレーションデータが与えられるシステムでは、キャリブレーションデータが適切に与えられているかを確認するものとする。

【解　説】

車載により連続的な衝撃を受けることが設計時に考慮されていないデジタルカメラや機械的な動作を繰り返す機械式の走行距離計等は、注意を払う必要がある。

走行距離計のキャリブレーションを行わなければならないシステムもある。

座標が既知の地物を計測して、キャリブレーションが適切であるかを確認することもある。

（固定局）

第 21 条　固定局は、キネマティック法を行う場合に設置するものとする。固定局は、取得路線との基線距離を原則 10 キロメートル以内とし、やむを得ない場合でも 30 キロメートルを超えないものとする。

２　固定局には、電子基準点を用いることができる。

３　固定局の設置位置は、上空視界の確保及びデータ取得の有無に留意して決定するものとする。

【解　説】

現地の既知点に固定局を設置することにより、現地の基準点網との整合を図ることができる。

移動計測車両による測量では、電離層と対流圏における伝搬遅延や空中写真測量、航空レーザ測量と比較し構造物、植生等により GNSS 衛星からの電波の受信状況が悪くなりがちであることから、基線距離を 10 キロメートルとした。

災害時や山岳地帯等で固定局の設置が困難な場合は、取得路線との基線距離を 30 キロメートルまで緩和することができる。

（初期化）

第 22 条　移動取得を開始するにあたっては、初期化を行うものとする。

２　初期化は、システムの機器構成、初期化方法を考慮して行うものとする。

３　GNSS 測量機の初期化は、上空視界最低高度角 15 度以上開けて、GNSS 衛星が所定の使用衛星数以上捕捉でき、GNSS 衛星からの電波を良好に受信できる場所で行うものとする。

４　IMU の初期化は、各機器の特性に応じて行うものとする。

＜第 22 条　運用基準＞

１　GNSS 衛星の使用衛星数は、次の各号を標準とする。

一　GPS 衛星のみの場合には、5 衛星以上とする。

二　GPS 衛星及び GLONASS 衛星による場合は 6 衛星以上とする。

２　GLONASS衛星を用いる場合は、GPS衛星及びGLONASS衛星を、それぞれ2衛星以上を用いるものとする。

３　GLONASS衛星を用いる場合は、固定局と移動車両のGNSS測量機に対し、同一機器メーカを使用するものとする。

【解　説】

GNSS/IMU 装置を用いる場合は、作業開始前に各移動計測車両の方法に従って初期化を行う。

初期化の方法は、センサの構成や解析ソフトウェアによって異なってくる。

IMU の初期化は、次のようなものがある。

・１台の GNSS 測量機による初期化

GNSS 衛星からの電波が良好に受信できる道路において、車両を安定して走行しながら行う。

・２台以上の GNSS 測量機あるいは高性能 IMU による初期化

GNSS 衛星からの電波が良好に受信できる場所で停止して行う。

IMU 初期化時に要する時間は、車両の走行速度によって異なり、25km/h では２分程度、40km/h で５分以上など、機器によって異なるため、システムに附属する資料等に従って初期化を行う。

GLONASS衛星を用いて観測する場合は、RINEXデータフォーマットでの互換性が確認されていないため、現状では同一機器メーカのGNSS測量機を使用する必要がある。なお、改正は公共測量作業規程の準則の改正に合わせ本項も改正する。

（運転）

第 23 条　移動計測車両の運転は、交通法規を守り安全に努めることを最優先にする。

２　各センサの特性を考慮し、センサの動作に障害が生じないようにするものとする。

＜第 23 条　運用基準＞

１　運転は移動取得に障害を生じさせないよう、次の各号に留意するものとする。

一　均等速度

二　直進走行

三　衝撃の回避

四　曲がり角での安定走行

五　急発進、急加速、急停止の回避

六　点群密度

七　写真撮影間隔

八　車間距離

２　駐車車両等によって移動取得に障害がある場合、あるいは車線変更を行わなければならない場合には、できるだけ早い段階で把握し、緩やかに回避するものとする。

（移動取得）

第 24 条　移動取得は、取得計画図に基づき安全に留意した走行により実施する。

２　交通状態、気象状態、衛星状態等に対応して、安全と良好な取得が行えるように、逐次、取得経路を見直すものとする。

＜第 24 条　運用基準＞

１　取得にあたっては、次の各号に留意するものとする。

一　高層建築物、並木等の GNSS 衛星からの電波の阻害要因

二　路面の凸凹、段差等の路面状況

三　レーザ測距装置による距離計測、デジタルカメラによる写真撮影における遮蔽物の有無

２　取得は、運転手、ナビゲータ、オペレータの３名で行うことを標準とし、オペレータはナビゲータを兼務することができるものとする。

一　運転手は、安全運転に加え、良好な取得が行える運転を心懸けるものとする。

二　ナビゲータは、運転手に取得経路を指示するほか、安全や良好な取得を阻害する情報の伝達を適宜行うものとする。

三　オペレータは、GNSS 衛星の受信状況や機器の動作状況をモニタリングし、必要に応じてナビゲータに走行経路の見直し等を伝達する。

3　取得にあたっては、次の各号に留意するものとする。

一　運転手、ナビゲータ、オペレータは、事前に取得路線を把握し、良好な取得が行えるように努めるものとする。

二　取得路線の起終点及び中間付近において位置精度向上のために GNSS 衛星受信が良好な箇所で停車する際には、一般交通の障害とならない様に注意して停車するものとする。

4　移動取得中は移動計測車両に「測量中」等の表示を必要に応じて掲示し、一般車両に測量中である事を示すものとする。ただし、計画機関から指示された場合には掲示しなくともよい。

（取得時間）

第 25 条　移動取得は、GNSS 衛星の配置、交通状態、使用システムを踏まえて、取得に適した時間帯に行うものとする。

＜第 25 条　運用基準＞

1　取得は、GNSS 衛星の配置が良好な時間帯に行うものとする。

2　取得は、前項に加え、次の各号による時間帯に行えるように努めるものとする。

一　交通渋滞が生じていない

二　路肩駐車等の取得障害がない

三　図化範囲を連続して取得できる

3　デジタルカメラ等により図化用データを取得する場合には、次の各号に留意するものとする。

一　光量が十分に確保できる時間帯に取得するものとする。

二　太陽高度が低い時間帯は、太陽の方向に走行しないように努めるものとする。

4　レーザ測距装置により図化用データを作成する場合には、第 1 項及び第 2 項を踏まえて夜間も含めた時間での取得ができるものとする。ただし、夜間に取得する場合は参照用写真を別途、撮影するものとする。

（気象条件）

第 26 条　移動取得は、原則として、気象条件が良好な時に行うものとする。

2　雨や雪等により、データの取得に障害がある場合は、取得は行わないものとする。

＜第 26 条　運用基準＞

1　気象条件が良好な時とは、以下のとおりである。

一　雨天、降雪でないとき

二　図化範囲内に積雪がないとき

三　路面が凍結していないとき

【解　説】

大気に大きな不均質性がある場合は、GNSS 測量に系統的な誤差が生じることがある。

（終了処理）

第 27 条　移動取得が終了したときは、終了処理を行うものとする。

＜第 27 条　運用基準＞

1　終了処理は、第 22 条（初期化）に準じて行うものとする。

（取得結果の点検及び再取得）

第 28 条　移動取得が終了したときは、速やかに自車位置姿勢データ取得装置や図化用データ取得装置で取得したデータの取得状況、GNSS 電波の受信状況を点検し、再取得や調整処理を行うか否かを判定するものとする。

2　点検結果により、再取得の必要がある場合は、速やかに再取得を行わなければならない。

3　再取得によっても良好な取得が見込めない場合や再取得が経済性を損なう場合は、標定点による調整処理を行うものとする。

＜第 28 条　運用基準＞

1　再取得の判定は、GNSS 衛星からの電波の受信状況や移動計測車両の走行状況による。

2　再取得は GNSS 衛星からの電波の受信状況を安定させた後に、調整処理が必要となった範囲について行うものとする。

3　GNSS 衛星からの電波の受信状況が不良の場合は、電波の受信状況が良好に回復してから行うものとする。

4　移動計測車両の走行状況が交通渋滞等により不良の場合は、走行状況が確実に良好に回復してから行うものとする。

第2節 解析

（要旨）

第 29 条　「解析」とは、車両に搭載された図化用データ取得装置の位置と姿勢を求め、図化用データを作成することをいう。

【解　説】

解析は、取得状況あるいは使用した移動計測車両による測量システムによって図 3 の流れとなる。

標定点の設置（事前）：例えば、高層建物や街路樹等による GNSS 衛星からの電波の受信状況の劣化が予測される場所など、予め標定点による調整が必要な場所がわかる場合には、事前に標定点を設置する。

解析：車両に搭載された図化用データ取得装置の位置と姿勢を求める。

図化用データの作成：解析結果に基づき、解析結果の評価用に図化用データを作成する。

解析結果の評価：解析結果の評価により標定点による調整が不要な場合は(a)へ、標定点による調整が必要な場合には(b)の調整処理あるいは再度移動取得する。(b)の流れはさらに移動計測車両による測量システムの特性に応じて(b1)、(b2)、(b3)のいずれかの流れを選択する。

(a)標定点の設置（事後）：事前に標定点を設置していなかった場合には、点検用の標定点を最低 2 点設置して図化用データとの較差を求める。

(b)標定点の設置（事後）：調整が必要な箇所に標定点を設置し、図化用データで計測した同一点との較差を求める。

(b1)再解析：標定点と図化用データの較差から GNSS アンテナ位置の補正を行い、この補正データに基づいて解析をやり直し、図化用データ取得装置の位置と姿勢を求める。

(b1)図化用データの再作成：再解析結果に基づいて、図化用データを作成し直す。

(b2)自車位置姿勢データの補正値算出:標定点と図化用データの較差から図化用データ取得装置の自車位置姿勢データを補正する値を算出する。

(b2)図化用データの再作成：解析結果に基づいて作成した図化用データを、自車位置姿勢データの補正値を用いて図化用データを作成し直す。

(b3)図化用データの補正値算出:標定点と図化用データの較差から図化用データを補正する値を算出する。

(b3)図化用データの補正：解析結果に基づいて作成した図化用データを、図化用データの補正値を用いて補正する。

精度管理：標準的な解析の流れ(a)、(b1)、(b2)、(b3)、それぞれの方式に従って点検し精度管理を行う。

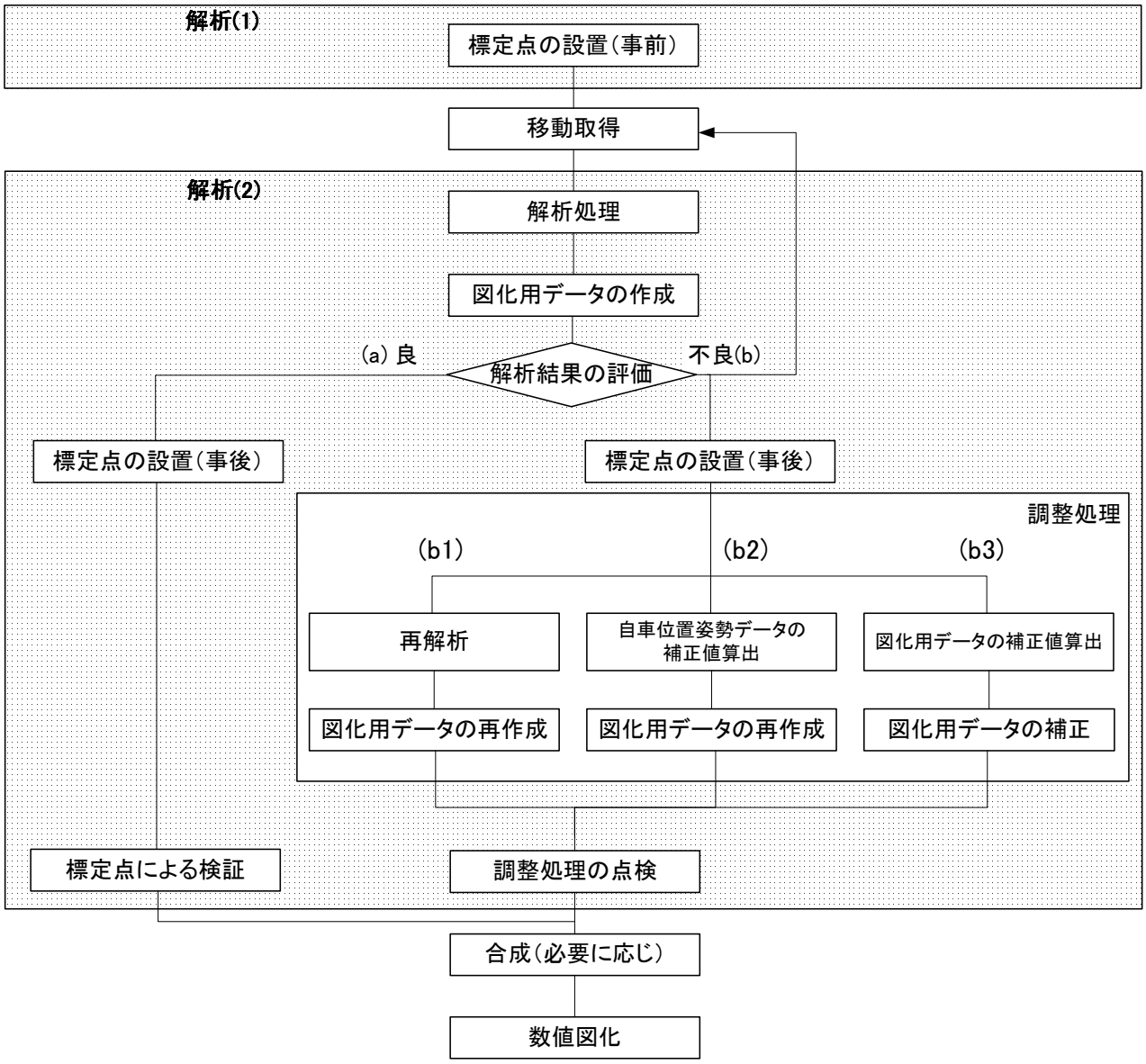


図 3　標準的な解析の流れ

（解析処理）

第 30 条　移動取得が終了した後は、速やかに取得したデータの解析処理を行うものとする。

2　解析処理は、固定局、GNSS 測量機、IMU、走行距離計等から得られたデータを用い、自車の位置と姿勢を基線解析又は最適軌跡解析より求める。

3　自車の位置姿勢からキャリブレーションデータを用い、デジタルカメラやレーザ測距装置等の位置姿勢を求める。

（図化用データの作成）

第 31 条　自車位置姿勢解析が終了した後は、速やかに図化用データを作成するものとする。

2　デジタルカメラで撮影された写真には、外部標定要素を与えるものとする。

3　レーザ測距装置により取得された距離データには三次元座標を、反射強度データには位置座標を与えるものとする。

4　デジタルカメラの写真による正射画像を生成する場合は、レーザ測距装置による標高データで写真を正射変換するものとする。

5　色付き点群を生成する場合は、レーザ測距装置によるレーザ点群に、計測用カメラによる写真の色情報を内挿して作成するものとする。

6　レーザ測距装置で取得したデータからは、樹木や他の車両等、図化を阻害するものは必要に応じて取り除くものとする。

7　図化用データは、内挿処理による地上画素寸法や点群密度の細密化を行ってはならない。

（解析結果の評価）

第 32 条　解析が終了したときは、速やかに評価を行い、精度管理表を作成し、再移動取得又は標定点による調整処理を行う必要があるか否かを判定するものとする。

2　評価は次の各号について行うことを標準とする。

一　データの収録状況の良否

二　GNSS 衛星からの電波の受信状況

三　基線解析又は最適軌跡解析の解の品質

四　基線解析又は最適軌跡解析の解の往復差

五　基線解析又は最適軌跡解析の解の標準偏差、平均値、最大値

六　図化範囲

七　図化用データと標定点との較差

3　調整処理が必要な範囲は、次の各号による。

一　GNSS 衛星からの電波受信を長距離にわたって行えなかった箇所

二　GNSS 衛星からの電波受信を渋滞等により長時間継続した箇所

三　位置が所定の精度を満たしていない箇所

4　再移動取得又は標定点による調整処理は、所定の精度が得られていない範囲について行うものとする。

＜第 32 条　運用基準＞

1　解析結果の内、第 2 項第七号は標定点を事前に設置した場合に評価を行い、位置精度は次表を標準とする。

地図情報レベル	水平位置の標準偏差
500	0.15m 以内
1000	0.30m 以内
2500	0.75m 以内

【解　説】

最適軌跡解析の解の往復差とは、順方向の解析のほかに逆方向の解析を行い、双方向の解析を行うことを示す。

調整処理が必要な範囲は、移動計測車両を構成する IMU、走行距離計等の性能によって異なってくる。

解析結果の評価方法は、使用した移動計測車両による測量システムによって異なってくる。

（標定点）

第 33 条　標定点は、解析結果の評価を考慮し、調整処理が必要な範囲の中間に設置することを原則とする。

2　調整処理が必要な範囲が長時間にわたって計測された場合は、調整処理が必要な範囲の中でカーブや右左折等の自車位置姿勢データ取得における誤差累積が大きくなる場所に設置するものとする。

3　取得路線毎に GNSS 衛星からの電波受信が良好と予測される、あるいは良好であった場合においても、受信電波の質が良好な中でも相対的に質が低く、かつ、近接しない 2 箇所に精度点検の目的で検証用の標定点を設置するものとする。

4　標定点は図化用データで明瞭に確認できる地物に設置するものとする。

5　明瞭に確認できる地物がない場合には、予め標識や反射テープを使用して標定点を設置しておくものとする。

＜第 33 条　運用基準＞

1　本条第 3 項の検証用の標定点の設置間隔は、GNSS 衛星からの受信電波の質が最も悪い箇所を基準に、もう 1 点はそれより 500m 以上離れている、若しくは取得路線の遠端とする。

2　自車位置姿勢データの補正値あるいは図化用データの補正値を算出して調整処理を行う場合は、調整処理用の標定点の前後に検証用の標定点を設置するものとする。

3　本条第 3 項の検証用の標定点の位置精度については、前条運用基準第 1 項の表を準用する。

4　三脚を用いて標識を設置する場合には、標識が交通の障害になったり、移動したりしないように監視するものとする。

５　反射テープを設置する場合には、他の車両等により遮蔽されないよう留意するものとする。

【解　説】

移動計測車両による測量システムでは、位置精度をGNSS衛星からの電波に依存している。また、この電波が良好に受信できない箇所は、IMU、走行距離計といった機器を使用して補完する仕組みとなっている。これらの補完関係が機能する範囲は、第3編第2章の参考資料どおり確認されているが、位置精度の確保はGNSS衛星からの電波の受信状況、気象状況、走行状況など多くの要因に影響されるため、当面の措置として、安全をみて最低2点の標定点により、解析結果の評価、調整処理の点検を行うことを第3項に規定した。したがって、GNSS衛星からの電波受信が良好であったとしても、当面は最低でも2点の標定点を設置して点検を行うこととなる。なお、この点検結果は、点検測量精度管理表に整理する。

（標定点の設置）

第34条　標定点の設置は、基準点にあっては、既設点の配点状況により1級基準点測量、2級基準点測量、3級基準点測量又は4級基準点測量に準じて行い、水準点にあっては、簡易水準測量に準じて行うものとする。

２　標定点の精度は、数値地形図データの地図情報レベルに応じて、次表を標準とする。

精度 地図情報レベル	水平位置 （標準偏差）	標高 （標準偏差）
500	0.1m以内	0.1m以内
1000	0.1m以内	0.1m以内
2500	0.2m以内	0.2m以内

３　同一の調整処理に用いる標定点間の精度は、次表を標準とする。

標定点間の距離	精度
500m以上	点間距離の1/10,000
500m未満	50mm

４　第19条により作業地域の既知点とGNSS干渉測位方式による観測結果との整合が確認、あるいは整合が図られる場合には、ネットワーク型RTK法による単点観測法を用いることができるものとする。

５　ネットワーク型RTK法による単点観測法を用いる場合は、脚を用いて設置するものとする。

＜第34条　運用基準＞

１　標定点の設置は、本条第2項に規定する精度を確保し得る範囲内において、既知点間の距離、標定点間の距離、路線長等は、標準を緩和することができる。

２　標定点を設置した場合は、標定点明細表を作成するものとする。

【解　説】

移動計測車両による測量では、数百メートルの短区間で行われることも考えられる。このような場合、絶対的な位置精度は準則第 3 編第 3 章空中写真測量の第 111 条（本手法の第 2 項）で規定することができるが、標定点間の精度は極端に悪くなることが想定される。そのため第 3 項に標定点間の精度を規定した。なお、精度の許容範囲は、準則第 3 編第 2 章現地測量の第 94 条第 4 項第五号に基づいた。

現地の既知点から設置した標定点を用いて図化用データの全部を調整する場合には、標定点座標により地域の既知点との整合が図られているため、第 19 条の既知点との整合の処理は不要となる。

（解析結果の調整処理）

第 35 条　解析結果の調整処理は、次の各号によるものとする。

一　標定点から GNSS アンテナの軌跡座標を算出し、解析を再度行う方法

二　標定点から自車の軌跡を算出し、自車位置姿勢データの補正値を求めて、図化用データを再作成する方法

三　標定点から図化用データの補正値を求めて、図化用データを補正する方法

２　解析結果の調整処理は、標定点測量終了後、速やかに行うものとする。

【解　説】

調整処理において図化用データの全体を現地の既知点に基づいて補正する場合には、第 19 条の既知点との整合の処理は不要となる。

（調整処理の点検）

第 36 条　調整処理の点検は、解析結果の調整処理後に直ちに行い、精度管理表を作成し、標定点の補充の要否を判定するものとする。

＜第 36 条　運用基準＞

１　標定点から GNSS アンテナの軌跡座標を算出して解析を再度行う方法の点検は、次の各号による。

一　最適軌跡解析の解の標準偏差、平均値、最大値

二　調整処理前後の最適軌跡解析の解の標準偏差の較差

三　調整処理後の図化用データと標定点との較差

２　標定点から自車の軌跡を算出して図化用データを再作成する方法及び図化用データの補正値を求めて図化用データを補正する方法の点検は、調整処理用の標定点の前後に設置した検証用の標定点との較差とする。

３　調整処理の点検は、調整処理の結果が第 32 条運用基準第 1 項を満たすものとする。

（図化用データの再作成又は補正）

第 37 条　図化用データは、調整処理結果に基づき、再作成又は補正するものとする。

第3節 合成

（要旨）

第 38 条　「合成」とは、同一取得路線で複数の移動取得を実施した場合、作成された図化用データを一つにする作業をいう。

２　合成は、統合又は接合にて行うものとする。

３　合成は、必要に応じて行うものとする。

＜第 38 条　運用基準＞

１　合成は、合成するそれぞれの図化用データから共通に認識できる特徴点あるいは特徴線を 4 つ以上抽出し、三次元の座標変換により行うことを原則とする。

２　合成するそれぞれの図化用データを座標変換する場合には、特徴点の取得精度に応じた重み付けを行うものとする。

３　全体の図化用データに部分的な図化用データを合成する場合には、部分的な図化用データを全体の図化用データに座標変換するものとする。

４　第 35 条第 1 項第二号により標定点から自車の軌跡を算出し、それぞれの図化用データが再作成された場合には、座標変換を行わずに合成ができるものとする。

５　座標変換に使用した特徴点同士の較差は、座標軸の各成分の最大値が最大地上画素の寸法以内とする。

【解　説】

統合とは、同一範囲の複数の取得データを一つに混ぜ合わせることをいう。

接合とは、別々の範囲の取得データを一つにつなぎ合わせることをいう。

個別視や立体視といった写真を直接計測する手法では、合成作業は発生しない。

取得経路毎の図化用データが、十分な位置精度と解像度を有する場合、つまり、互いの位置関係が最大地上画素寸法以内なら合成作業は発生しない。

合成される図化データは、GNSS 衛星の状況等により取得毎に精度が異なってくるため、より高度な図化用データが活かされるよう特徴点の取得精度に応じた重み付けを行う。

座標変換に使用した特徴点同士の較差である最大地上画素の寸法は、写真のみならず、レーザ点群を図化用データとして使用する場合にも適用される。なお、レーザ点群の最大地上画素の寸法は、点群密度を距離に換算して点検する。

合成は複数データを相対的に合わせる作業で、標定点等と絶対精度を検証するものではない。

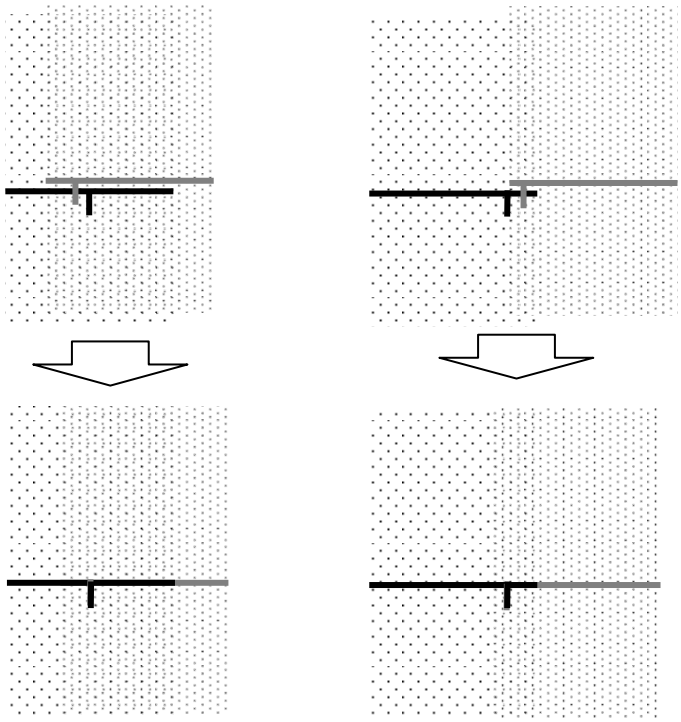


図 4　合成の概念

（合成結果の点検）

第 39 条　合成作業が終了した後は、直ちに合成結果の点検を行い、精度管理表を作成するものとする。

＜第 39 条　運用基準＞

1　合成結果は、合成結果精度管理表に特徴点座標同士の較差を整理する。

第4節 数値図化

（要旨）

第 40 条　「数値図化」とは、移動計測車両用図化機を用いて、地図情報を数値形式で取得し、記録する作業をいう。

（移動計測車両用図化機）

第 41 条　移動計測車両用図化機は、次のいずれかの方法で数値図化できる機能を有するものとする。

一　複合表示による方法

二　正射表示による方法

三　個別視による方法

四　立体視による方法

＜第 41 条　運用基準＞

1　複合表示による方法とは、コンピュータ内に三次元空間を設け、複数の画面に異なる投影でレーザ点群と写真を重畳した色付き点群を使用し、地図情報を数値化することをいう。

2　正射表示による方法とは、正射変換した写真や正射表示したレーザ点群あるいはレーザ反射強度点群を用いて地図情報を数値化することをいう。

3　個別視による方法とは、同一箇所を撮影した複数の写真を使用し、立体視を行うことなく、二つのデータから同一位置の地図情報を個別に観測することをいう。

4　立体視による方法とは、同一箇所を撮影した複数の写真や三次元点群データを使用し、立体視により二つのデータから同一位置の地図情報を同時に観測することをいう。

【解　説】

図化手法と図化用データの関係は、表 1 のように整理できる。なお、用語は第 9 条の解説に記載した図 2 に従う。

表 1　図化手法と図化用データの関係

図化手法 ＼ 図化用データ	複合表示	正射表示	個別視	立体視
色付き点群	◎	△	――	△
レーザ陰影	◎	○	――	△
レーザ反射強度	○	◎	――	△
正射写真	――	◎	――	――
両眼立体写真	――	――	○	○
単眼立体写真	――	――	◎	△

◎は標準的に使用されている手法、○は補足的に使用される手法、△は技術的には可能で今後の使用の可能性がある手法、―は使用できない手法

（取得する座標値の単位）

第 42 条　数値図化における地上座標値は、センチメートル単位とする。

（細部図化）

第 43 条　細部図化は、次の各号に従うものとする。

一　線状対象物、記号の順序で行うものとし、描画漏れのないように留意しなければならない。

二　第 44 条に規定する範囲で描画するものとする。

三　データの位置、形状等をスクリーンモニターに表示して確認するものとする。

２　分類コードは、準則付録 7 の数値地形図データ取得分類基準を標準とする。

３　陰影、ハレーション等の障害により、判読困難な部分又は図化不能な部分がある場合は、その部分の範囲を表示し、現地補測において必要な注意事項を記載するものとする。

４　接合は地物の角で行うことを原則とする。

＜第 43 条　運用基準＞

1　写真の正射表示による方法は、次の各号に留意して図化するものとする。

一　段差のある箇所は、移動計測車両に近い方を図化の基準とする。

二　写真間の接合部で座標を取得する場合には、中間点とする。

三　ガードレールや電柱等の立体的構造を持つ地物は、道路との接点で図化するものとする。

2　レーザ点群から得られる反射強度の正射表示による方法は、次の各号に留意して図化するものとする。

一　図化にあたっては参照用写真を参照するものとする。

二　周辺との反射強度に差がない地物は、参照用写真に加え、現地補測や設計図書等に基づいて図化するものとする。

三　電柱等の立体的構造を持つ地物は、レーザ点群による陰影を基に計算によって形状から中心位置を図化するものとする。

3　複合表示による方法は、次の各号に留意して図化するものとする。

一　図化範囲全体を三次元空間として捉えられることを原則とする。

二　直線状の地物の中間で座標を取得しないようにするものとする。

三　段差のある箇所は、移動計測車両に近い方を図化の基準とする。

四　ガードレール等のような立体的構造を持つ長い地物は、レーザ点群による陰影やレーザ点群による断面を用いて図化するものとする。

五　電柱等の立体的構造を持つ地物は、レーザ点群による陰影を基に計算によって形状を図化するものとする。

4　個別視による方法は、次の各号に留意して図化するものとする。

一　図化範囲全体を連続的に図化できることを原則とする。

二　個別視する双方の写真上において明確に判読できる地物を図化するものとする。

5　立体視による方法は、次の各号に留意して図化するものとする。

一　立体写真を使用する場合は、立体を構成する写真の地上画素寸法は同等であるものとする。

二　色付き点群の基線高度比は、0.6 以上とする。

三　直線状の地物の中間で座標を取得しないようにするものとする。

四　段差のある箇所は、車両に近い方を図化の基準とする。

五　ガードレールや電柱等の立体的構造を持つ地物は、レーザ点群による陰影やレーザ点群による断面を用いて図化するものとする。

【解　説】

写真の正射表示による方法とは、中心投影である写真を正射変換し、画像あるいは色付き点群として表示、これらを用いて図化するものである。正射変換には、高さ情報が必要となるが、高さ情報は写真の解像度に比べて粗いのが一般的である。したがって、高さ情報がない箇所は、周辺の高さ情報から内挿された高さ情報が利用されることになる。また、写真は道路上から撮影されるため、歩道や縁石、あるいは構囲等、道路より高い構造物は、外側に向かって倒れて写る。これを高さ情報で正射投影位置に変換する必要があるが、精細さに欠ける。一方、道路や歩道などは、概ね平坦であるため内挿された高さ情報も相応の精度が得られるため、段差や立体的な構造物は、撮影された側で、かつ道路面に接するところを図化することが精度の確保につながることになる。さらに、異なる写真の正射表示の接合部では、それぞれが所用の精度を保持していたとしてもずれは生じるため、そのずれの中間を計測することで、より高い精度が得られるようにする。これらのことは、複合表示による方法にも当てはまる。

複合表示による方法も含めてレーザ点群を図化に用いる場合には、立体的な構造物はレーザ測距装置側しか計測されない。しかし、電柱などでは円弧の形状として捉えられることになるため、これらのデータから円を推定して中心を算出することで高精度に電柱に中心を得ることができる。これは、ガードレールといった立体的な構造物の直線部分にもいえる。レーザ点群が、高密度に計測されていなくても部分的なレーザ点群を使用して直線として推定することにより、高精度な線を描画することが可能となる。

円の構造物は円で、直線の構造物は直線で図化できることが望ましいが、実際には誤差があるため、そのとおりとはならない。とくに移動計測車両による測量では、写真に写る範囲が狭いため、1 枚の写真内では相対精度が非常に高いが、隣接する写真との間では相対精度が低くなるため、その影響を回避する図化手法を心掛ける必要がある。特に、空中写真測量のように垂直写真で広い範囲を見て図化するのとは異なり、狭い範囲を見ながら継ぎ足し継ぎ足しのように図化されがちであるため、直線状の構造物については中間での計測を行わないようにする必要がある。

色付き点群に視差を与えて立体表示し、図化する場合には、立体感が十分得られるように、フィルム航空カメラで撮影された 60%重複の空中写真と同じ基線高度比 0.6 であることを規定した。

（図化用データの使用範囲）

第 44 条　図化用データの使用範囲は、所定の性能が得られている範囲とする。

＜第 44 条　運用基準＞

1　写真を図化の基準データとする場合には、写真の地上画素寸法は次表のとおりとする。

地図情報レベル	地上画素寸法
500	5cm 以内
1000	10cm 以内
2500	20cm 以内

2　レーザ点群を図化の基準とする場合には、レーザの点群密度は次表のとおりとする。

地図情報レベル	点群密度
500	400 点/m^2 以上
1000	100 点/m^2 以上
2500	25 点/m^2 以上

3　複合表示による方法で立体的構造を持つ地物の図化及び距離を得るためのレーザの点群密度は次表のとおりとする。

地図情報レベル	点群密度
500	50 点/m^2 以上
1000	13 点/m^2 以上
2500	2 点/m^2 以上

4　複合表示による方法で平面的構造を持つ地物の図化に用いるレーザの点群密度は次表のとおりとする。

地図情報レベル	点群密度
500	25 点/m^2 以上
1000	7 点/m^2 以上
2500	1 点/m^2 以上

5　立体写真での計測点の交会角は、次表のとおりとする。

地図情報レベル	交会角
500	6 度以上
1000	4 度以上
2500	2.5 度以上

【解　説】

第9条の解説で、移動計測車両による機器の性能として、準則第3編第3章の空中写真の撮影（第

124条）における地図情報レベル500の空中写真（大縮尺側）を数値化の画素寸法21μm（第142条）で数値化した場合を基準としてデジタルカメラの性能を決め、さらにレーザ点群のみによる図化に用いるレーザ測距装置の性能を決めたことを示した。これらの値は、地図情報レベル500の図化をするのに必要な性能（最大地上画素寸法や最少レーザ点群密度）でもある。地図情報レベル1000及び2500についても同様の考え方で規定している（表 2）。

表 2　最大地上画素寸法と最少レーザ点群密度の規定

地図情報レベル	最大地上画素寸法 [mm]	最少レーザ点群密度 点／m^2	参考（準則第124条及び143条） 撮影縮尺			21 μm 数値化		
500	50	400	3000	～	4000	63	～	84
1000	100	100	6000	～	8000	126	～	168
2500	200	25	10000	～	12500	210	～	263

立体写真での計測点の交会角は、焦点距離 5.0mm、画角 80 度、素子寸法 3.45μm のカメラを用いて、前方左斜め 13 度、下方 4 度に向けて、路面から高さ 2m に設置された状態で、進行方向に 4m 間隔で連続撮影された重複する 2 枚の写真による計測可能な部分の水平精度について、画像上の読み取り精度を 0.5 画素として算出した。さらに、水平精度が要求精度を満たす範囲を集計し、その中で交会角が最も小さい値を抽出した。その結果は、運用基準第 5 項のとおり規定した。この表で規定した値を満たす範囲は、カメラが走行方向に向いていれば下部にいくほど線の幅が広い V 字形となる。この V 字形の範囲は、カメラの仕様やカメラの設置状態、撮影間隔によって変わってくるため、移動計測車両による測量システム毎に算出する必要がある。

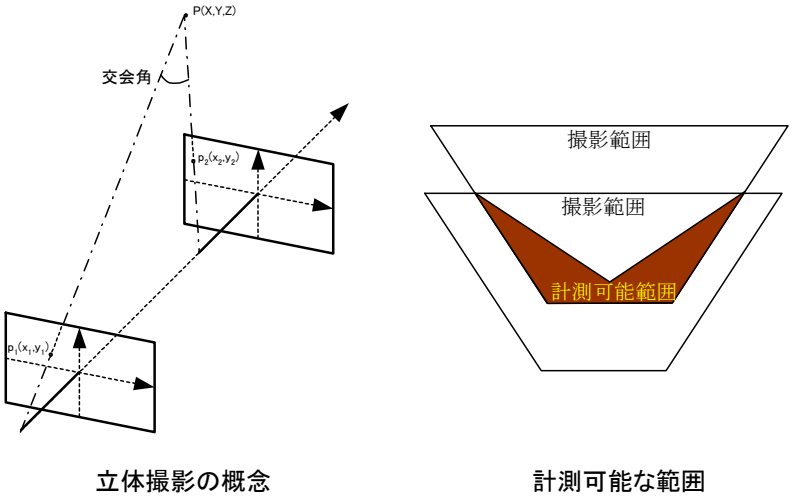


図 5　車両の走行方向と同じ向きに撮影された立体写真

第 31 条で作成された図化用データの全域が、本条の運用基準で規定した各許容範囲を満たすものではない。写真においては車両から離れるほど地上画素寸法が大きく、レーザ点群においてはレーザ点群密度が粗くなる。また、レーザ点群密度は、車両の速度や道路の形状にも依存する。車両の速度

が速くなるほど点群密度は粗くなる。道路がカーブしていると外側は粗くなる。道路の形状は写真にも影響を与え、カーブしているところでは見かけ上の撮影間隔は外側ほど広くなり、実態として地上画素寸法は粗くなる。ただ、これらは図化用データを目視することにより感覚的に理解でき、間違った図化を誘発することは少ない。また、移動取得時に第 23 条の運用基準に留意して行うことにより、これらのリスクを減らすことが可能となる。一方、個別視による方法は、前述のとおり図化の許容範囲が特殊（V 字形状の範囲）となることから、目視によりその範囲を理解することは困難であり、移動計測車両用図化機の機能によって作業者が図化できる範囲を認識できることが精度確保のために必須である。また、個別視については、前述のとおり図化の許容範囲だけでは図化対象範囲の全体を網羅できず、カーブ外側や道路形状により図化できない範囲が生じている可能性も高い。このため、他の図化手法と比較して現地測量により図化データを取得しなければならない可能性が高く、他の図化手法を併用する場合もある。

（標高点の計測）

第 45 条　標高点の計測は、レーザ測距装置によるデータ又は立体写真による計測のいずれかで行うものとする。

２　標高点の計測位置は、地形判読の便を考慮し、交差点等を選定するものとする。

３　標高点の計測間隔は、地図情報レベルに 4 センチメートルを乗じた距離を標準とする。

＜第 45 条　運用基準＞

１　レーザ点群から行う場合は、レーザ点を採用する。

２　立体写真で行う場合は、形状が明瞭な点を図化する。

【解　説】

標高点の計測間隔は、準則第 182 条に準じている。

（図化結果の点検）

第 46 条　数値図化データの点検は、前条までの工程で作成された数値地図データをスクリーンモニターに表示させて、参照用写真等を用いて行うものとする。

２　数値図化データの点検は、次の項目について行う。また、必要に応じて地図情報レベルの相当縮尺の出力図を用いる。

一　取得の漏れ及び過剰並びに平面位置及び標高の誤りの有無

二　接合の良否

三　標高点の位置、密度及び測定値の良否

四　地形表現データの整合

＜第 46 条　運用基準＞

1　数値図化精度管理表は、準則付録 4 標準様式第 1-15 を準用する。

第5節 現地補測

（要旨）

第 47 条　「現地補測」とは、数値図化の出力図を用いて数値地形図データを作成するために必要な各種表現事項、名称等について地図情報レベルを考慮して現地において調査確認、あるいは補測し、数値編集に必要な資料を作成する作業をいう。

（方法）

第 48 条　現地補測において確認及び補備すべき事項は、次のとおりとする。

一　図化用データから数値図化できなかった箇所

二　編集作業において生じた疑問事項及び重要な表現事項

三　編集困難な事項

四　境界及び注記

五　各種表現対象物の表現の誤り及び脱落

2　現地補測は、判読又は数値図化が困難な地物等及び写真撮影後に変化が生じた地域について、基準点等又は編集済データ上で現地との対応が確実な点に基づき、準則第 2 章第 4 節の細部測量により行うものとする。

3　現地補測は、携帯可能な図形編集装置に表示した数値地形図データと照らし合わせながら、図形編集機能を使用して行うことを原則とし、必要に応じて数値地形図データの出力図を用いることもできるものとする。

【解　説】

本条第 2 項で規定する準則第 2 章第 4 節細部測量の規定は次のとおりである。

第４節　細部測量

（要　旨）

第 90 条　本節において「細部測量」とは、基準点又は次条第 1 項の TS 点に TS 等又は GNSS 測量機を整置し、地形、地物等を測定し、数値地形図データを取得する作業をいう。

2　細部測量における地上座標値は、ミリメートル単位とする。

3　細部測量は、次のいずれかの方法を用いるものとする。

一　オンライン方式　携帯型パーソナルコンピュータ等の図形処理機能を用いて、

図形表示しながら計測及び編集を現地で直接行う方式（電子平板方式を含む）

二　オフライン方式　現地でデータ取得だけを行い、その後取り込んだデータコレクタ内のデータを図形編集装置に入力し、図形処理を行う方式

（TS 点の設置）

第 91 条　地形、地物等の状況により、基準点に TS 等又は GNSS 測量機を整置して細部測量を行うことが困難な場合は、TS 点を設置することができる。

２　TS 点の精度は、次表を標準とする。

精　度 地図情報レベル	水平位置 （標準偏差）	標　高 （標準偏差）
500	10cm 以内	10cm 以内
1000	10cm 以内	10cm 以内
2500	20cm 以内	20cm 以内

３　標高の測定は、必要に応じて水準測量により行うことができる。

（ネットワーク型 RTK 法による TS 点の設置）

第 94 条　ネットワーク型 RTK 法による TS 点の設置は、間接観測法又は単点観測法により行うものとする。

２　観測は、前条第 2 項の規定を準用する。

３　観測の使用衛星数及び較差の許容範囲等は、前条第 3 項の規定を準用する。

４　単点観測法による場合は、作業地域を囲む既知点において観測し、必要に応じて整合を図るものとする。ただし、整合の方法は次のとおりとする。

一　整合の基礎となる既知点は、作業地域の周辺を囲むように配置するものとする。

二　前号の既知点数は、3 点以上を標準とする。

三　水平の整合処理は、座標補正として次により行うものとする。

イ　座標補正は、平面直角座標で行うことを標準とする。

ロ　座標補正に用いる既知点数は、3 点以上を標準とする。

ハ　座標補正の補正手法は適切な方法を採用するものとする。

四　高さの整合処理は、標高補正として次により行うものとする。

イ　標高補正は、標高を用いることを標準とする。

ロ　標高補正に用いる既知点数は、3 点以上を標準とする。

ハ　標高補正の補正手法は適切な方法を採用するものとする。

五　座標補正の点検は、座標補正を行った点と作業地域に隣接する点との距離を、座標補正前後で求め、その較差により行うものとする。なお、較差の許容範囲は、

次表を標準とする。

点検距離	許容範囲
500m 以上	点検距離の 1/10,000
500m 未満	50mm

5　標高を求める場合は、国土地理院が提供するジオイドモデルによりジオイド高を補正して求めるものとする。

（補測資料の作成）

第 49 条　現地補測に使用する数値図化出力図の縮尺は、原則として、地図情報レベルに対応する数値地形図データ出力図の相当縮尺とする。

（補測結果の点検）

第 50 条　現地補測の結果の点検は、現地補測データ及び前条の規定により作成した出力図を用い、第 48 条第 1 項に規定する事項について行うものとする。

2　細部測量の点検は、準則第 2 章第 4 節の細部測量により行うものとする。

＜第 50 条　運用基準＞

1　現地補測精度管理表は、準則付録 4 標準様式第 1-14 を準用する。

第6節 数値編集

（要旨）

第 51 条　「数値編集」とは、現地補測等の結果に基づき、地形図編集装置を用いて数値図化データを編集し、編集済みデータを作成する作業をいう。

2　地形図編集装置は、電子計算機及びスクリーンモニターで構成されるものとする。

（数値編集）

第 52 条　入力されたデータは、地形図編集装置を用いて、追加、削除、修正等の処理を行い、編集済データを作成するものとする。

2　等高線データは、スクリーンモニター又は地図情報レベルの相当縮尺の出力図を用いて点検を行い、矛盾箇所等の修正を行うものとする。

3　数値編集は数値図化に採用された図化手法を考慮して行うものとする。

４　各地物の形状の特徴を表現するものとする。

５　図化手法が変更になった箇所を適切に表現するものとする。

（編集結果の点検）

第 53 条　数値編集の結果の点検は、編集済データにより作成した出力図を用いて行うものとする。

２　編集済データの論理的矛盾等の点検は、点検プログラム等により行うものとする。

＜第 53 条　運用基準＞

１　数値編集精度管理表は、準則付録 4 標準様式第 1-14 を準用する。

第7節 数値地形図データファイルの作成

（要旨）

第 54 条　「数値地形図データファイルの作成」とは、製品仕様書に従って数値編集済データから数値地形図データファイルを作成し、電磁的記録媒体に記録する作業をいう。

＜第 54 条　運用基準＞

１　数値地形図データファイル精度管理表は、準則付録 4 標準様式第 1-16 を準用する。

第8節 品質評価

（要旨）

第 55 条　「品質評価」とは、移動計測車両による測量の成果について、製品仕様書が規定するデータ品質を満足しているか評価する作業をいう。

２　評価の結果、品質要求を満足していない項目が発見された場合は、必要な調整を行うものとする。

３　作業機関は、品質評価手順に基づき品質評価を実施するものとする。

＜第 55 条　運用基準＞

１　数値地形図データファイルの品質評価表は、準則付録 4 標準様式第 2-1 及び 2-2 を準用する。

第9節 成果等の整理

（メタデータの作成）

第 56 条　移動計測車両による測量の成果のメタデータは、製品仕様書に従いファイルの管理及び利用において必要となる事項について、作成するものとする。

（成果等）

第 57 条　成果等は、次の各号のとおりとする。

一　数値地形図データファイル

二　品質評価表及び精度管理表

三　メタデータ

四　その他の資料

＜第 57 条　運用基準＞

1　測量記録は次の各号のとおりとする。

一　キャリブレーション記録簿

二　取得計画図

三　取得実績図/取得実績表

四　固定局明細表

五　GNSS 衛星数と DOP 値

六　基線解析又は最適軌跡解析の解の品質

七　基線解析又は最適軌跡解析の解の往復差

八　基線解析又は最適軌跡解析の解の標準偏差、平均値、最大値

九　調整処理計画図

十　標定点明細表

2　図化用データを成果等とする場合には、計画機関と協議の上、個人情報の保護及びプライバシーに配慮する。

第3編　資料

第1章　標準様式

キャリブレーション記録簿

取得計画図

取得実績図/取得実績表

固定局明細表

GNSS 衛星数と DOP 値

基線解析又は最適軌跡解析の解の品質

基線解析又は最適軌跡解析の解の往復差

基線解析又は最適軌跡解析の解の標準偏差、平均値、最大値

解析結果 精度管理表

調整処理計画図

標定点明細表

標定点測量（単点観測法）精度管理表

調整処理 精度管理表（図化用データ補正）

合成結果 精度管理表

点検測量 精度管理表

第3編　資料

第1章　標準様式

キャリブレーション記録簿

取得計画図

取得実績図/取得実績表

固定局明細表

GNSS 衛星数と DOP 値

基線解析又は最適軌跡解析の解の品質

基線解析又は最適軌跡解析の解の往復差

基線解析又は最適軌跡解析の解の標準偏差、平均値、最大値

解析結果 精度管理表

調整処理計画図

標定点明細表

標定点測量（単点観測法）精度管理表

調整処理 精度管理表（図化用データ補正）

合成結果 精度管理表

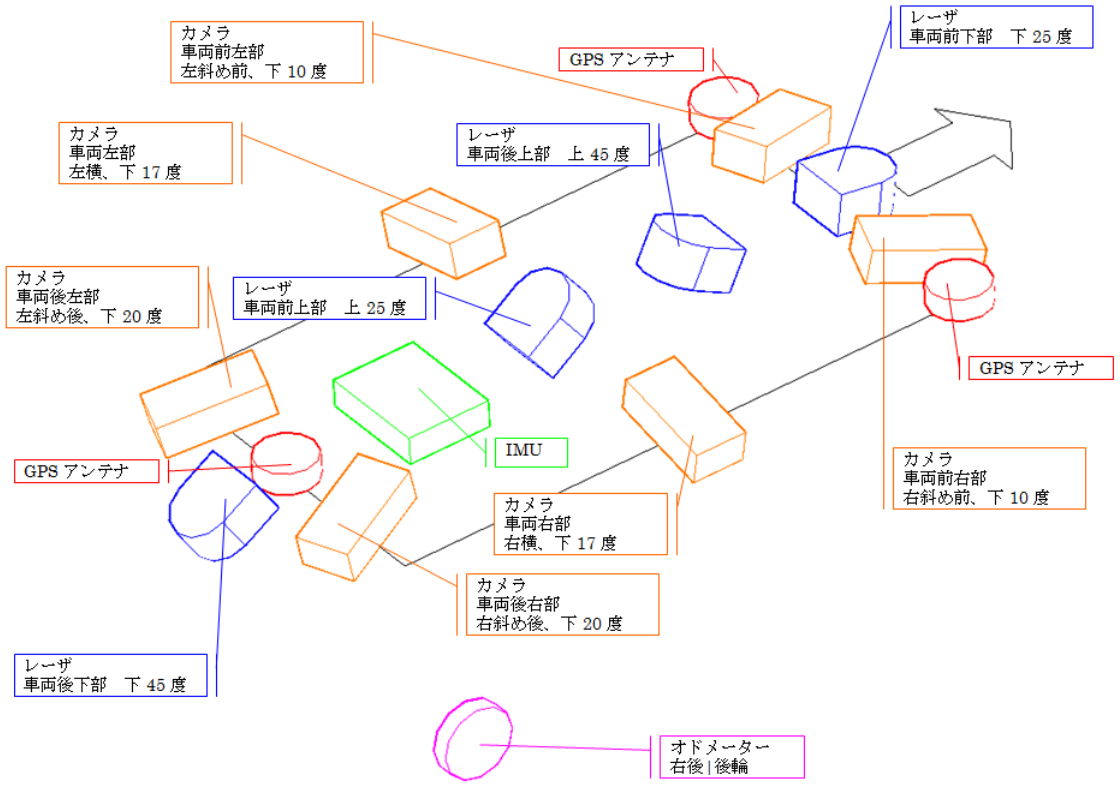
点検測量 精度管理表

様式－１　キャリブレーション記録簿

キャリブレーション記録簿

システム名		実施年月日	
実施機関名		実施者	
実施場所		固定局	

機器配置図



カメラ①

配置位置	製品名	焦点距離	画素数	記録頻度
前左部				

オフセット値		キャリブレーション値	
測定年月日		較正年月日	
補正量　X		補正量　ロール	
補正量　Y		補正量　ピッチ	
補正量　Z		補正量　ヨー	

※カメラの台数分作成する

注１．キャリブレーション記録簿は、システム毎に書式や記載内容が変わる。

レーザ①				
配置位置	製品名	照射数	走査回数	走査角
前下部				

オフセット値		キャリブレーション値	
測定年月日		較正年月日	
補正量　X		補正量　ロール	
補正量　Y		補正量　ピッチ	
補正量　Z		補正量　ヨー	

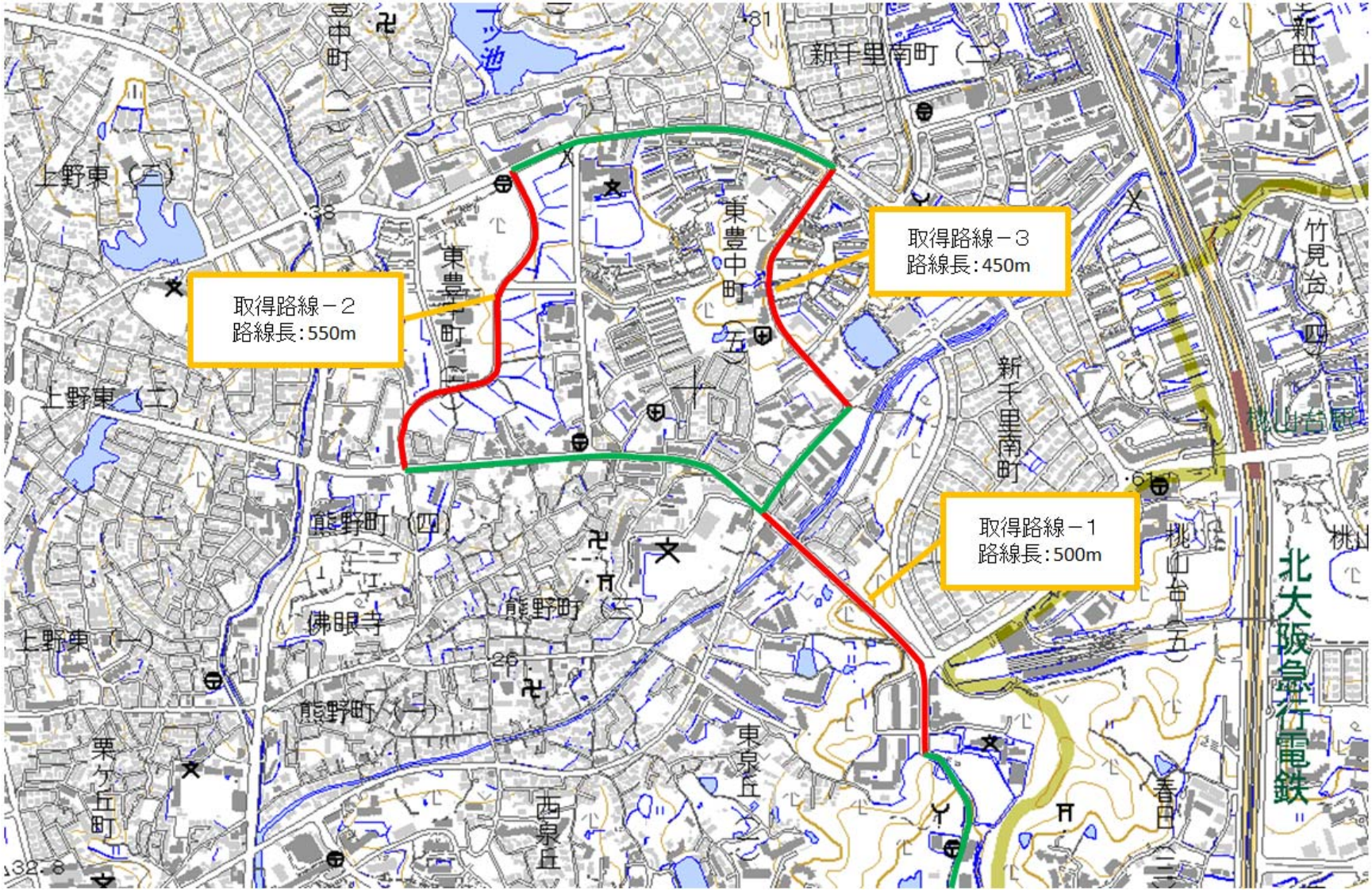
※レーザの台数分作成する

点検者	

様式－２　取得計画図

取得計画~~／実績／調整処理計画~~図

地区名		走行路線名		作業機関		主任技術者	

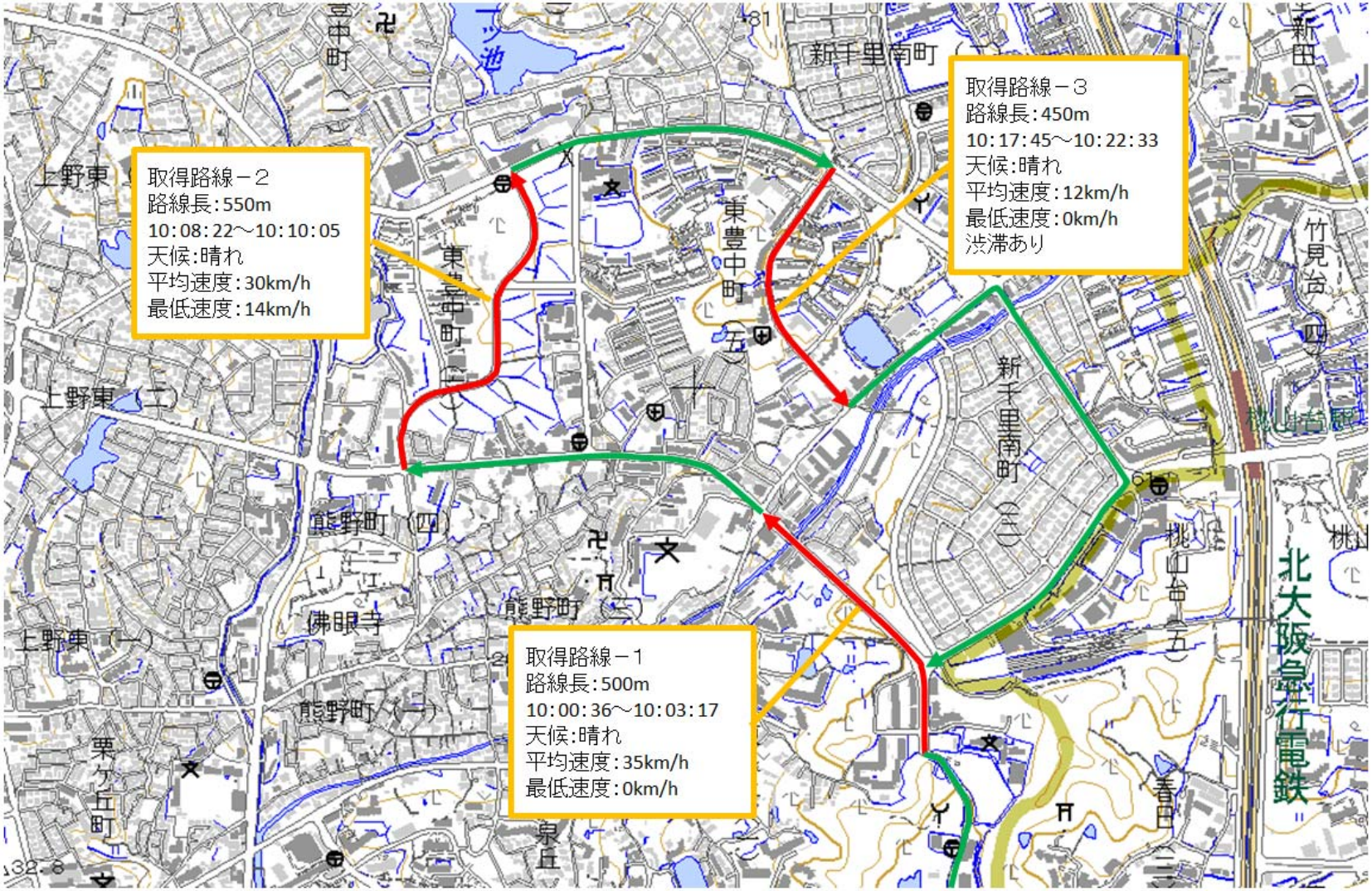


作業予定	日時	年　　月　　日　9 時 00 分～10 時 00 分	最少衛星数		最大 DOP 値	

様式－３　取得実績図

取得~~計画／~~実績~~／調整処理計画~~図

地区名		走行路線名		作業機関		作業者	
取得年月日		取得時間				点検者	



注１．取得実績は図又は表として作成する。

様式－３－１　取得実績表

取 得 実 績 表

地区名		走行路線名		作業機関		作業者	
取得年月日		取得時間				点検者	

取得路線名	路線長	開始時間	終了時間	天候	平均速度	最低速度	備考

注１．取得実績は図又は表として作成する。

様式－4 固定局明細表

固 定 局 明 細 表

点　　名		1/2.5万地形図名		観 測 者	
観 測 年 月 日		標 識 種 類		点 検 者	
所　在　地					
所　有　者					
座　標　系	平面直角座標　　系				
座　　標	X	m	標　　高	m	
	Y	m	ジオイド高	m	
経　緯　度	B				
	L				
電子基準点番号					
GNSS測量機		解析ソフト名			
エポック間隔		仰　　角			
アンテナ高	m	観測時間	h　　m		
PDOP		衛 星 数	衛星		
平 面 位 置 図		観 測 写 真			

用紙の大きさはＡ４判とする

様式－５　GNSS 衛星数と DOP 値

GNSS 衛星数と DOP 値

受信衛星数

受信衛星数	
●	7 衛星以上
●	6 衛星～ 5 衛星
●	4 衛星～ 1 衛星

PDOP

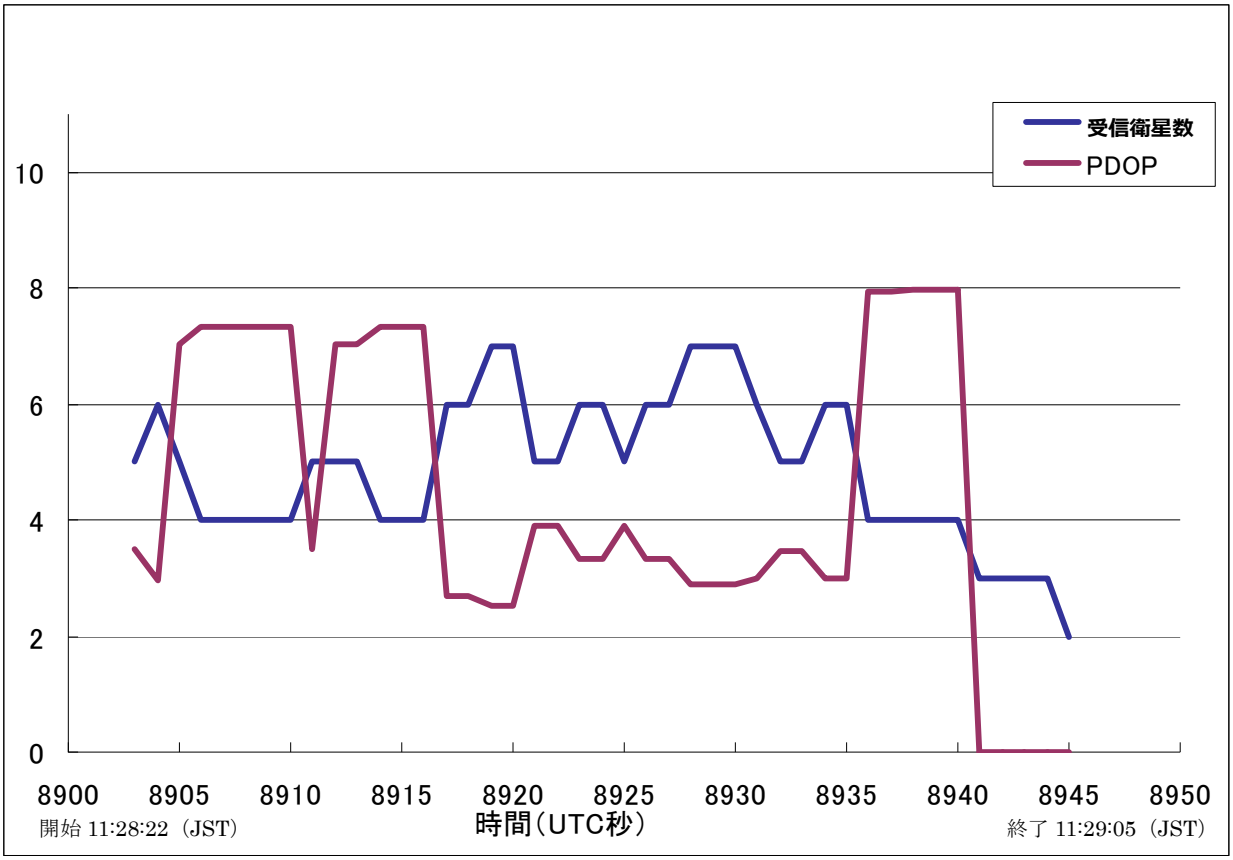
PDOP	
●	3 未満
●	3 以上～ 6 未満
●	6 以上
平均値：	
最大値：	

注１．調整処理を必要とする取得路線について作成する。

注２．図又はグラフとして作成する。

注３．DOP の種類はシステムに従う。

GNSS 衛星数と DOP 値



PDOP	
平均値	
最大値	

注１．調整処理を必要とする取得路線について作成する。

注２．図又はグラフとして作成する。

注３．DOP の種類はシステムに従う。

基線解析又は最適軌跡解析の解の品質

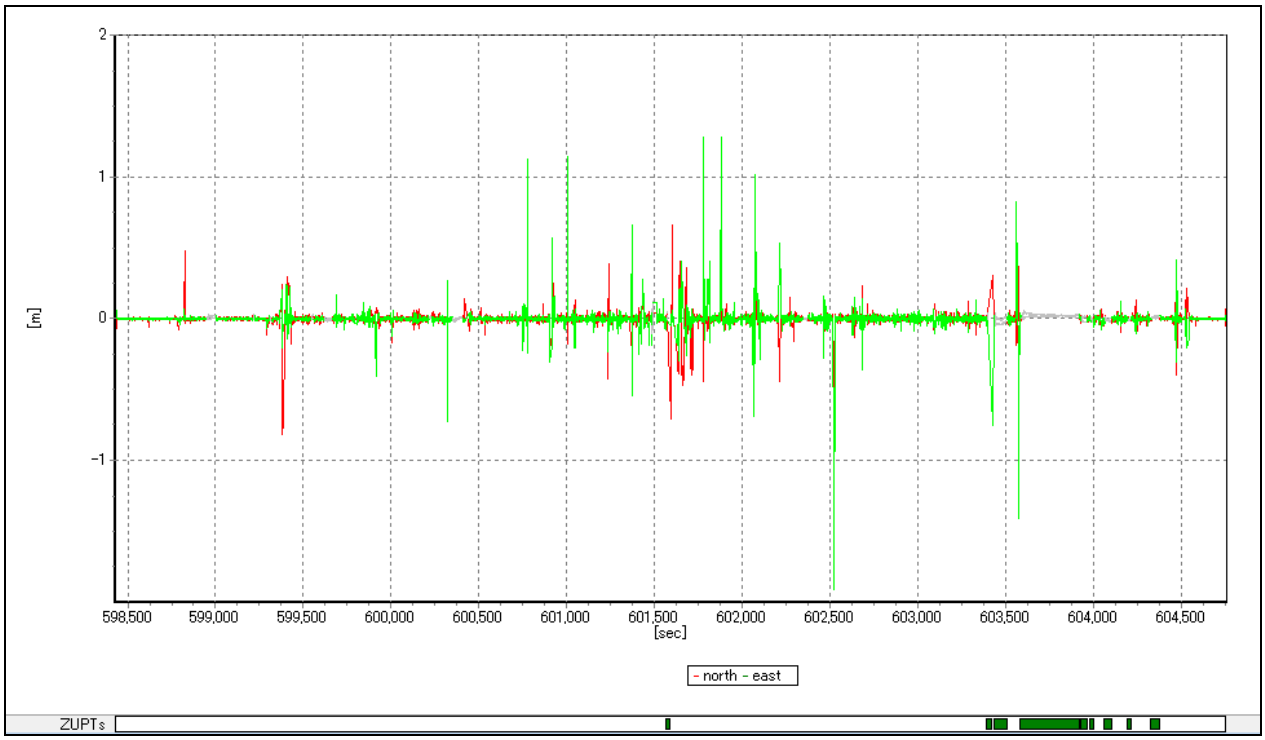
解の品質	
●	Fix
●	安定 Float
●	収束 Float
●	その他

注１．調整処理を必要とする取得路線について作成する。

注２．解析方法に従い、必要に応じて図又はグラフとして作成する。

様式－７　基線解析又は最適軌跡解析の解の往復差

基線解析又は最適軌跡解析の解の往復差

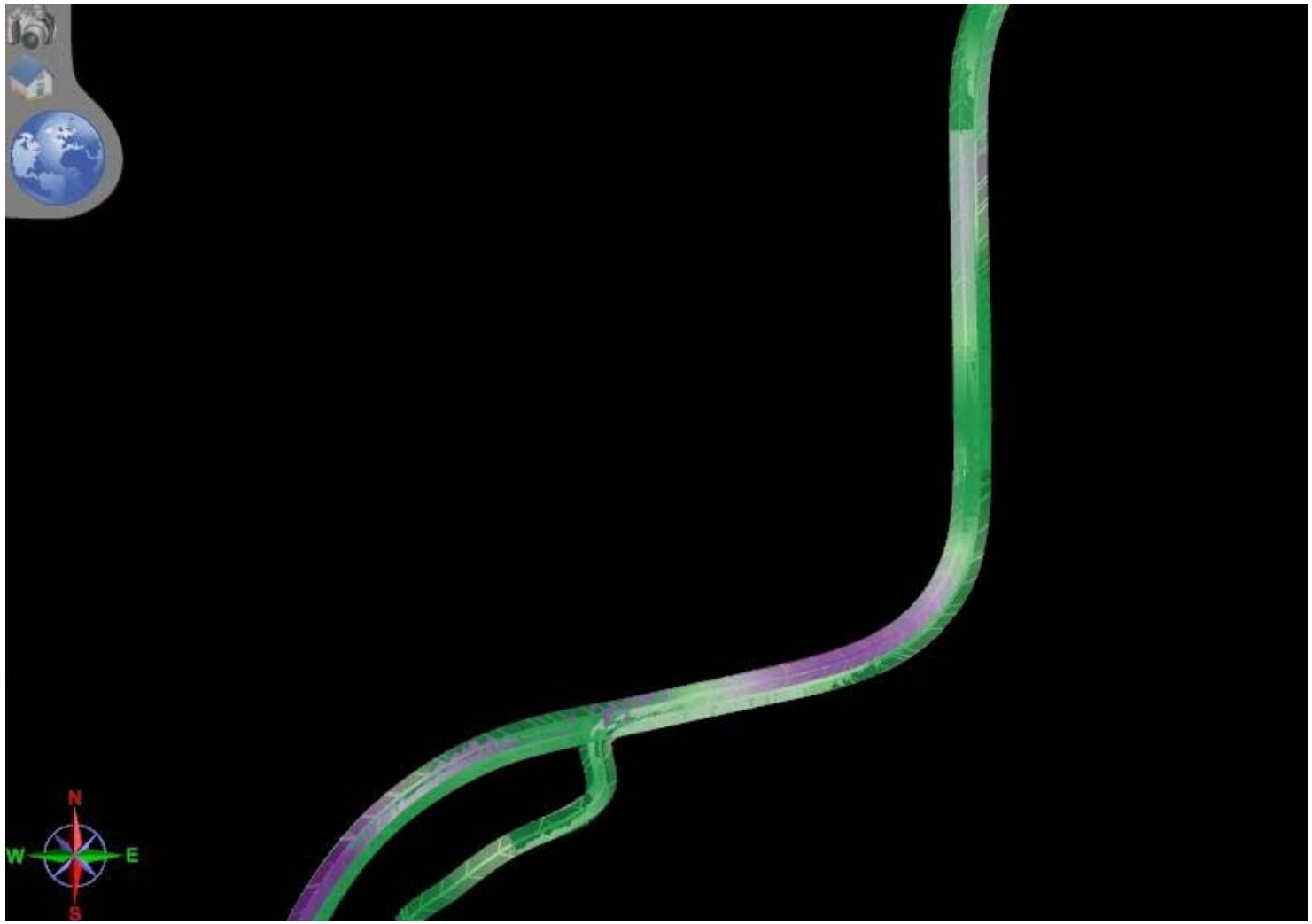


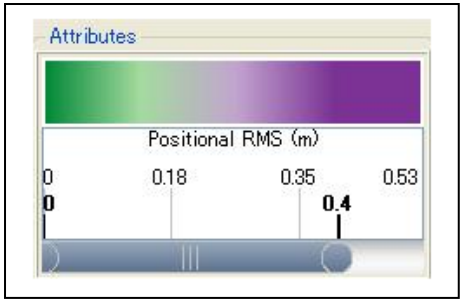
解の往復差		
	平均値	最大値
X(E)		
Y(N)		
Z		

注１．調整処理を必要とする取得路線について作成する。

注２．解析方法に従い、必要に応じて図又はグラフとして作成する。

基線解析又は最適軌跡解析の解の標準偏差、平均値、最大値





標準偏差 （解析結果）	
標準偏差 （許容範囲）	
平均値	
最大値	

注１．調整処理を必要とする取得路線について作成する。

注２．図又はグラフとして作成する。

様式－９ 解析結果 精度管理表（Loosely Coupled 方式）

解析結果 精度管理表(Loosely Coupled 方式)

作業名			システム名		計画機関名			主任技術者	㊞
地区名			取得年月日		作業機関名			作業班長	㊞
走行路線名			キネマティック解析（使用ソフト）		仰角マスク	度	除外された GNSSデータ数		最 適 軌 跡 解 析 （ 使用ソフト ）
取得路線数		使用した固定局	1）	2）	3）		最大連続除外数		

取得路線	開始時刻	終了時刻	衛星数 平均（上段） 最少（下段）	DOPの平均値(上段)と最大値(下段)			往復差の平均値（上段）と最大値（下段）(m)			解 の 品 質 基 準				位置 標準偏差の平均値（上段）及び最大値（下段）(m)			位置 標準偏差の平均値（上段）及び最大値（下段）(m)			姿勢 標準偏差の平均値（上段）及び最大値（下段）(度)		
				PDOP	HDOP	VDOP	X(E)	Y(N)	Z	フィックス解	安定フロート解	収束フロート解	その他	X(E)	Y(N)	Z	X(E)	Y(N)	Z	X(E)	Y(N)	Z

用紙の大きさはA4判とする。

様式－９－１　解析結果　精度管理表（Tightly Coupled 方式）

解析結果 精度管理表(Tightly Coupled 方式)

作業名		システム名		計画機関名		主任技術者	㊞
地区名		取得年月日		作業機関名		作業班長	㊞
走行路線名		最 適 軌 跡 解 析 （ 使用ソフト ）				仰角マスク	度

取得路線数		使用した固定局	1)	reference point	2)		3)		4)		5)		6)

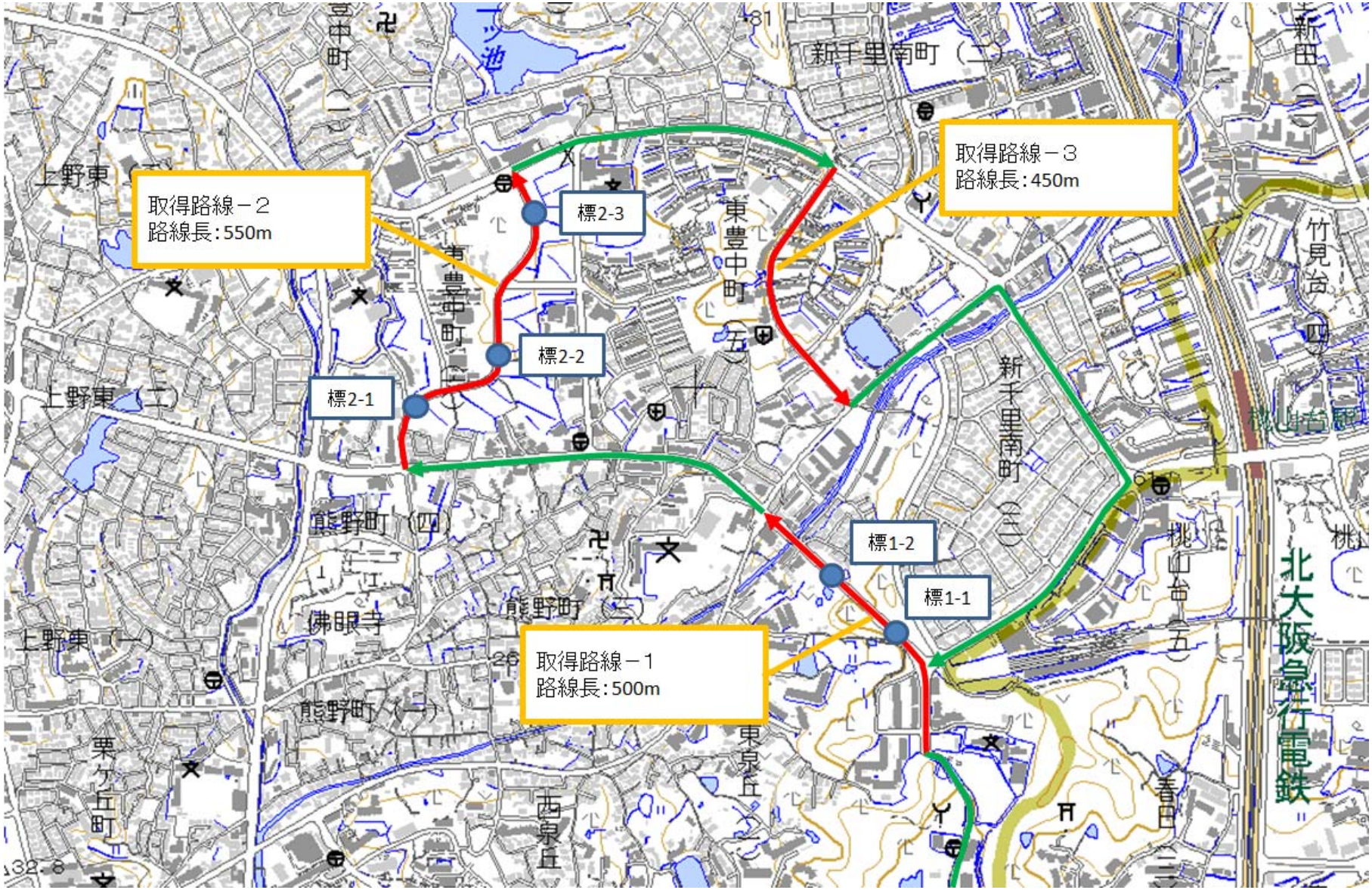
取得路線	開始時刻	終了時刻	衛星数 平均（上段） 最少（下段）	DOPの平均値(上段)と最大値(下段)			往復差の平均値（上段）と最大値（下段）(m)			解 の 品 質 基 準				位置 標準偏差の平均値（上段）及び最大値（下段）(m)			姿勢 標準偏差の平均値（上段）及び最大値（下段）(度)		
				PDOP	HDOP	VDOP	X(E)	Y(N)	Z	フィックス解	安定フロート解	収束フロート解	その他	X(E)	Y(N)	Z	X(E)	Y(N)	Z

用紙の大きさはA4判とする。

様式－１０　調整処理計画図

~~取得計画／実績／~~調整処理計画図

地区名		走行路線名		作業機関		主任技術者	



標　定　点　明　細　表

点名	標 2-1	設置年月日		作業者	
取得路線	2	1/2.5 万図名		点検者	

座標系	X　・　~~N~~	Y　・　~~E~~	H
6	-44683.506 m	-16816.224 m	11.007 m

位置図

地上写真（近景）	地上写真（遠景）

用紙の大きさはＡ４判とする。

ネットワーク型 RTK 測量観測手簿

観測日　　：2003 年 1 月 16 日
セッション名　　：16-A
観測方式　　：○○○○
使用した周波数　：L1、L2
観測点　　：○○○

移動局の観測状況

観測点:　移動局
受信機名:　○○○○○
受信機番号:　○○○○○
アンテナ名:　○○antenna
アンテナ番号:　○○○○○
データ取得間隔:　1　秒
衛星の最低高度角:　15　度

観測点 番号	観測点 名称	アンテナ底面高 (m)	観測開始時刻（JST） 観測終了時刻（JST）	共通受信衛星数	備考
8788	8788	2.052	10:50:41 10:50:54	8	
9088	9088	2.052	10:56:53 10:57:04	8	
9091	9091	2.052	11:02:02 11:02:13	8	
9291	9291	2.052	11:06:58 11:07:09	8	
9293	9293	2.052	11:19:33 11:19:44	8	
9493	9493	2.052	11:31:25 11:31:38	8	
9495	9495	2.052	11:36:51 11:37:02	8	
9795	9795	2.052	11:44:50 11:45:02	8	
9787	9787	2.052	12:19:28 12:19:39	7	再初期化

- 観測時刻、受信衛星数以外は、手入力で良い。
- 観測時刻は、JST 又は UTC を記入する。
- アンテナ底面高は、垂直高を記入する。
- セッションは、一連の観測の中での観測開始から終了までをいう。
- 観測の途中で再初期化を行った時は、セッションを変えて新たな観測を行うか、又は備考欄に最初期化に関する表記をする。（数字、記号等でも良い。ただし、欄外数字、記号の意味を注記すること。）
- 移動局で利用した観測地域周辺の基準局配置図を配信事業者から提供を受け、資料として添付する。なお、可能であれば観測手簿備考欄に使用した基準局名を記入する。

様式－１２　標定点測量（単点観測法）精度管理表

セット間較差の点検及び座標計算

セット間較差許容範囲
⊿X（⊿N）、⊿Y（⊿E）＝ 0.020 m
⊿H（⊿U）＝ 0.050 m

観測点 番号　名称	座標	1セット (m)	2セット (m)	セット間 較差（m)	平均値(m)	備考
3-3246-2	X Y H	-44551.436 -16995.128 11.642	-44551.435 -16995.127 11.623	-0.001 -0.001 0.019	-44551.436 -16995.128 11.633	
3-3250	X Y H	-44683.511 -16816.215 11.003	-44683.500 -16816.233 11.011	-0.011 0.018 -0.008	-44683.506 -16816.224 11.007	
	X Y H					
	X Y H					
	X Y H					
	X Y H					
	X Y H					
	X Y H					
	X Y H					
	X Y H					
	X Y H					
	X Y H					
	X Y H					

- セット間較差の許容範囲は、X、Y 座標、H（標高）の比較とする。

様式－１３　調整処理　精度管理表（図化用データ補正）

調整処理 精度管理表（図化用データ補正）

作業名		走行路線名		計画機関		主任技術者	
地区名		システム名		作業機関		作業班長	

No.	点名	標定点			補正座標			差				標定点の用途	備考
		X	Y	H	X	Y	H	dx	dy	dxy	dh		
												検証	
												調整	
												検証	

位置図	点数			
	最大値			
	最小値			
	平均値			
	RMS 誤差			

様式－１４　合成結果　精度管理表

合成結果　精度管理表

作業名		走行路線名		計画機関		主任技術者	
地区名		システム名		作業機関		作業班長	

No.	特徴点座標			ファイル名（１）			ファイル名（２）			ファイル名（３）			ファイル名（４）			備考
1	X	Y	Z	dx	dy	dz	dx	dy	dz	dx	dy	dz	dx	dy	dz	
2																
3																
4																

注１．特徴点座標には、全ファイルを座標変換して合成する場合には合成結果を
　　特定のファイルを基準にして合成する場合には特定ファイルでの座標を記載する。

注２．合成の基準となったファイルの残差は０となる。

注３．許容範囲は１画素。

様式－１５　点検測量精度管理表

点 検 測 量 精 度 管 理 表

作業名		走行路線名		計画機関		主任技術者	
地区名		システム名		作業機関		作業班長	

No.	点名	計測値			点検値（基準点測量値）			較差				備考
		X	Y	H	X	Y	H	dx	dy	dxy	dh	
位置図								点数				
								最大値				
								最小値				
								平均値				
								RMS 誤差				

第２章　参考資料

本マニュアル(案)を作成するにあたっては、次の実験結果に基づいて主要な条文を規定した。

(1) 実験概要

実証実験は、基本性能実験、調整処理実験、実環境実験、図化実験の 4 項目について行った。

基本性能実験は、移動計測車両による測量システムの基本的な性能を確認するための実験で、GNSS 衛星からの電波受信が良好な場合（基本性能実験）と完全に遮断された場合（GNSS 遮断）の 2 種類について移動取得し、検証点との比較を行った。

調整処理実験は、GNSS 衛星からの電波が受信できなかった箇所を現地の標定点を用いて回復させ、検証点との比較を行った。

実環境実験は、実際の環境で、特に GNSS 衛星からの電波受信が不良になると想定される環境を 5 箇所（立体交差、中層ビル、並木、フェンス、細街路）選定して移動取得し、検証点との比較を行った。

図化実験は、道路の直線部、曲線部、交差点部の図面を作成して、既存の図面との比較を行った。

(2) システムの一覧表

実証実験に使用したシステムの一覧は、次表のとおりである。

システム 項　目	A	B	C	D
自車位置	GNSS 1 台 後処理ｷﾈﾏﾃｨｯｸ	GNSS 1 台 後処理ｷﾈﾏﾃｨｯｸ	GNSS 2 台 後処理ｷﾈﾏﾃｨｯｸ	GNSS 1 台 後処理 FKP 方式
自車姿勢	高分解能 IMU	MEMS	IMU	IMU GNSS ｼﾞｬｲﾛ
カメラ	参照用カメラ	全方位パノラマ	計測用カメラ	計測用カメラ
レーザ点群密度	密	粗	粗	粗
解析方法	基線解析 最適軌跡解析	基線解析 最適軌跡解析	統合最適軌跡解析	統合最適軌跡解析
図化手法	正射表示	複合表示	個別視 複合表示	複合表示

表 1. システムの一覧表

(3) 実証実験に使用したシステムの特徴

本マニュアル案を作成するにあたって使用した移動計測車両による測量システムの特徴は、次のとおりである。なお、システムによっては複数の特徴を有するが、ここでは実証実験に使用したところのみとする。

1) 実証実験に使用したシステム（A）

本システムは、自車位置は干渉測位方式により、自車姿勢は高分解能の IMU により取得した。速度計が搭載され、停車時等に生じる自車姿勢の累積誤差を抑止している。

速度計により補完された自車姿勢は、自車位置と補完し合うことにより高頻度の自車位置姿勢を算出し、キャリブレーションデータを通じて図化用データ取得装置に位置と姿勢を与えている。

自車の位置と姿勢を解析する方法は、最初に GNSS 測量機で観測したデータを用いて基線解析を行い、GNSS アンテナの軌跡を求める。次に、GNSS アンテナの軌跡と IMU や速度計のデータを用いて最適軌跡解析を行う。

GNSS 衛星の数が長時間にわたって十分に得られなかった場合には、その区間の中間点等で現地測量により標定点を設置し、その標定点と図化用データでの同一点との較差から正しい自車の位置と姿勢を求めるとともに、自車の位置と姿勢を求めた前後の区間は IMU データを用いて補間することにより移動計測車両が移動した位置と姿勢を再現する。さらに再現した位置と姿勢から図化用データの補正する調整処理を行う。また、自車の位置と姿勢の再現が適切かを確認するため、標定点を設置した前後の区間に検証用の標定点を設置し、補正した図化用データの位置の精度管理を行う。

図化用データ取得装置としては、反射強度も取得できる高密度のレーザ計測装置が搭載されている。レーザ計測装置でレーザ点群と反射強度を重ね合わせて濃淡情報を持つ３次元点群を作成し、正射表示による図化を行う。また、全方位カメラを搭載して反射強度では区別できていない地物を確認し、区別できていない地物が存在すれば、現地にて補測などを行う。

2) 実証実験に使用したシステム（B）

本システムは、自車位置は干渉測位方式により、自車姿勢は IMU により取得した。速度計が搭載され、停車時等に生じる自車姿勢の累積誤差を抑止している。

速度計により補完された自車姿勢は、自車位置と補完し合うことにより高頻度の自車位置姿勢を算出し、キャリブレーションデータを通じて図化用データ取得装置に位置と姿勢を与えている。

自車の位置と姿勢を解析する方法は、最初に GNSS 測量機で観測したデータを用いて基線解析を行い、GNSS アンテナの軌跡を求める。次に、GNSS アンテナの軌跡と IMU や速度計のデータを用いて最適軌跡解析を行う。

GNSS 衛星の数が長時間にわたって十分に得られなかった場合には、その区間の中間点等で現

地測量により標定点を設置し、その標定点を図化用データで計測して車に搭載されているGNSSアンテナの位置座標を算出するとともに、このGNSSアンテナ位置座標値とGNSS衛星の数が長時間にわたって十分に得られなかった箇所のGNSS衛星からの観測値を入れ替え、基線解析と最適軌跡解析をやり直す調整処理を行う。

図化用データ取得装置としては、全方位カメラとレーザ計測装置が搭載されている。全方位カメラで撮影された写真とレーザ計測装置で取得されたレーザ点群を重ね合わせ、複合表示による図化が行われる。また、構囲や電柱などの立体的な構造物ではレーザ光線が多く照射されるため、正射表示した際に発生する立体的な構造物の陰を利用した図化を行うことも可能である。

3）実証実験に使用したシステム（C）

本システムは、自車位置は干渉測位方式により、自車姿勢は高分解能のIMUにより取得した。また、GNSS測量機を２台搭載し、IMUの初期化等を短時間に行えるようにしている。速度計が搭載され、停車時等に生じる自車姿勢の累積誤差を抑止している。

速度計により補完された自車姿勢は、自車位置と補完し合うことにより高頻度の自車位置姿勢を算出し、キャリブレーションデータを通じて図化用データ取得装置に位置と姿勢を与えている。

自車の位置と姿勢を解析する方法は、基線解析と最適軌跡解析を統合的に行う方法を使用し、GNSS衛星が減少しても解析計算が継続でき、適切なGNSS衛星数が確保できたときには迅速に所用の精度が得ている。

GNSS衛星の数が長時間にわたって十分に得られなかった場合には、その区間の中間点等で現地測量により標定点を設置し、その標定点を図化用データで計測して較差を求めるとともに、較差を求めた前後の区間はIMUデータを用いて補間することにより移動計測車両が移動した軌跡を正確に再現する。さらに再現した軌跡を使用して図化用データの補正を行うことにより調整する。また、軌跡の再現が適切かを確認するため、標定点を設置した前後の区間に検証用の標定点を設置し、補正した図化用データの位置の精度管理を行う。

図化用データ取得装置としては、デジタルカメラとレーザ計測装置が搭載されている。デジタルカメラでは、進行方向やや左前方を連続的に撮影し、連続する２枚の写真から個別視による図化が行われる。個別視による図化が行えない範囲については、デジタルカメラにより撮影された写真とレーザ計測装置で取得されたレーザ点群を重ね合わせ、複合表示による図化が行われる。また、構囲や電柱などの立体的な構造物ではレーザ光線が多く照射されるため、正射表示した際に発生する立体的な構造物の陰を利用した図化を行うことも可能である。

4）実証実験に使用したシステム（D）

本システムでは、自車位置はネットワーク型RTK法により行うことで、固定局の位置を気にする必要なくしているとともに、リアルタイムで位置誤差の予測を行う精度管理につなげてい

る。

自車の姿勢は、IMU と合わせて GNSS 測量機を使用したジャイロを搭載し、2 種類の機器で取得している。なお、GNSS 測量機によるジャイロは、自車位置を求めるための GNSS 測量機を含めて 3 台の GNSS 測量機が使用されている。

また、速度計が搭載され、停車時等に生じる自車姿勢の累積誤差を抑止している。

速度計により補完された自車姿勢は、自車位置と補完し合うことにより高頻度の自車位置姿勢を算出し、キャリブレーションデータを通じて図化用データ取得装置に位置と姿勢を与えている。

自車の位置と姿勢を解析する方法は、基線解析と最適軌跡解析を統合的に行う方法を採用し、GNSS 衛星が減少しても解析計算が継続でき、適切な GNSS 衛星数が確保できたときには迅速に所用の精度が得られるようになっている。

GNSS 衛星の数が長時間にわたって十分に得られなかった場合には、その区間の中間点等で現地測量により標定点を設置し、その標定点を図化用データで計測して車に搭載されている GNSS アンテナの位置座標を算出するとともに、この GNSS アンテナ位置座標値と GNSS 衛星の数が長時間にわたって十分に得られなかった箇所の GNSS 衛星からの観測値を入れ替え、再度、基線解析と最適軌跡解析を統合的に行うことにより調整する。

図化用データ取得装置としては、デジタルカメラとレーザ計測装置が搭載されている。デジタルカメラで撮影された写真とレーザ計測装置で取得されたレーザ点群を重ね合わせ、複合表示による図化される。また、構囲や電柱などの立体的な構造物ではレーザ光線が多く照射されるため、正射表示した際に発生する立体的な構造物の陰を利用した図化を行うことも可能である。

（4）実験状況

実験日時、場所、状況等は次のとおりである。

- 日時　　平成 23 年 10 月 31 日（月）　9：30～13：00
- 使用機器　異なる 4 システム（A、B、C、D）
- 天候　　晴れ
- GNSS 衛星の状態
  - ・実験の時間帯は 7～8 個の衛星が飛来
- 交通状態
  - ・立体交差地区において、工事による渋滞が発生していた。
  - ・他の地区については比較的交通量が少なく、計測の支障になる事象は特になかった。

1）基本性能実験

①　基本性能実験（写真 1）

基本性能実験は、移動計測車両システムの基本性能を確認するために、GNSS 衛星からの電波受信が良好である理想的な環境で走行速度 15km/h，30km/h の計測を 2 回ずつ行い、その結果を検証点に基づき検証した。

実験の結果は、各システムとも地図情報レベル 500 の精度を満たしており、上空視界が開け GNSS 衛星からの電波受信が良好である環境では、十分に精度を確保できることが確認された。なお、システムＢの時速 15km 第 2 回目の計測において、検証点との最大水平較差が約 76cm であったが、これは実験路線南側の道路沿いのマンションによる、上空視界の不良及びマルチパスの影響によるものと推測される。システムＢはマンションがあるところでは異常があったが、実験路線の上空視界が開けている場所に設置した検証点との水平較差は最大で 7cm と精度を満たしており、システムの性能に問題はない。

写真 1．基本性能路線

②　GNSS 遮断

GNSS 遮断は、移動計測車両システムの IMU、走行距離計の性能を確認するために、基本性能実験において良好な結果が得られた計測データから、GNSS 衛星からの電波を遮断した状態を仮想的に作り出して解析を行い、その結果を検証点に基づき検証した。

実験の結果、システムＡ、Ｃ、Ｄは、GNSS 衛星からの電波を遮断しても IMU、走行距離計等により位置精度が保たれており、地図情報レベル 500 の精度を満たした。今回の実験距離は約 300m であったが、IMU の性能や車両の走行状態（直線性、均等速度、路面状況等）によっては、この位置精度が保たれる距離はさらに延びると推測される。システムＢは、システムＡ、Ｃ、

Ｄと較べ IMU の性能が低く、地図情報レベル 500 の精度を超える結果であった。

また、実験路線のカーブ箇所での走行方向の端では検証点との較差がやや大きくなる傾向が見られた。これはカーブ走行等による車両の姿勢変化が IMU の累積誤差を大きくすることを示したことになる。なお、高さ方向には変化が見られず、計測路線が平坦であったため高さ方向に対する IMU の累積誤差が少なかったと考えられる。

2）調整処理実験

調整処理実験は、基本性能実験において GNSS 衛星からの電波を遮断した図化用データを現地の標定点を用いて地図情報レベル 500 の精度を確保させ、その結果を検証点に基づき検証した。調整処理に使用した標定点の配置状況は、システムＡ、Ｂ、Ｃ、Ｄそれぞれ図 2 のとおりである。

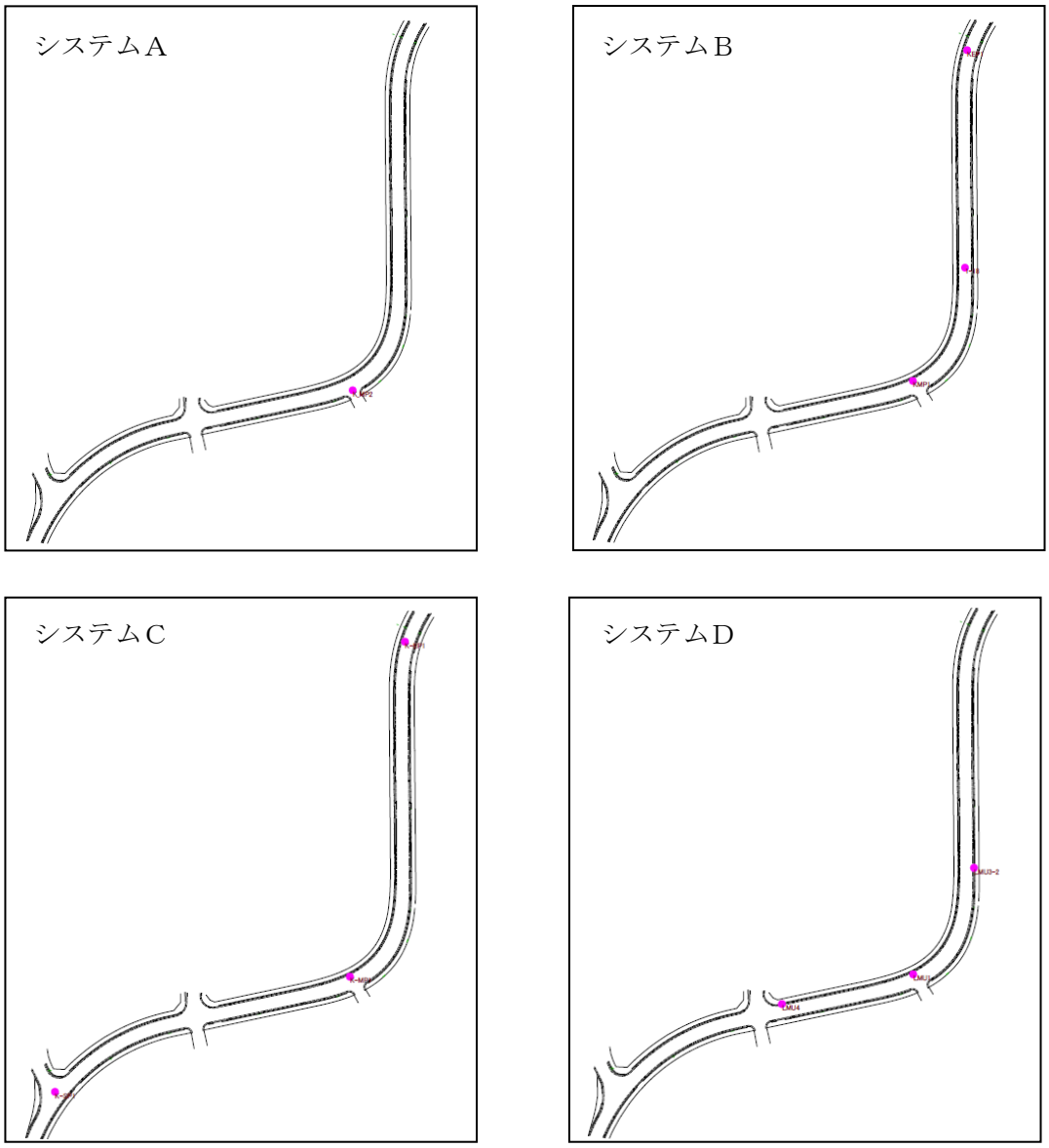


図 2. 標定点の配置状況

システムＡは、調整処理により水平方向で最大 22.1cm あった較差は、最大 6.4cm の較差になった。調整処理に用いた標定点は、路線の中間に配置した１点である。

システムＢは、調整処理により水平方向で最大 86.1cm あった較差は、最大 14.4cm の較差になった。標定点は最適軌跡解析の解の標準偏差が大きかった路線の中間に２点と IMU の誤差が累積する終点に１点設けている。標定点間の距離は 100～150m であった。

システムＣは、調整処理により水平方向で最大 23.2cm あった較差は、最大 21.3cm の較差になった。標定点は路線の始終点及び中間に計３点を配置している。これはメーカ推奨の最低点数であり、これを路線内に均等に配点した。

システムＤは、調整処理により水平方向で最大 15.9cm あった較差は、最大 10.9cm の較差になった。標定点は IMU の累積誤差が大きくなるカーブに対して３点配置した。

各システムの特性に応じて標定点の配置が異なっている。この特性を捉え、標定点を配置することが精度向上の鍵となる。本実験の結果より、実際の環境において GNSS 衛星からの電波受信ができない区間でも、標定点を用いて調整処理を行うことにより地図情報レベル 500 の精度を確保できることが確認された。

3）実環境実験

実環境実験は、実際の測量環境で、特に GNSS 衛星からの電波受信に問題が起きやすい特異な箇所を選んで測量を行い、その結果を検証点に基づき検証した。

① 立体交差（写真 2）

道路と道路が立体的に交差する高架橋の下を通過し、GNSS 衛星からの電波が遮断される影響を確認した。

実験結果は、GNSS 衛星からの電波の遮断が短時間であったこともあり、各システムとも地図情報レベル 500 の精度を満たした。高架橋の下を停止することなく速やかに走行することが精度劣化の回避につながる。

写真 2. 立体交差

② 中層ビル（写真 3）

4、5 階建の中層ビルに挟まれた谷間状の道路を走行し、GNSS 衛星からの電波受信に及ぼす影響を確認した。

実験結果は、一部精度を満たしていないものがあった。中層ビルによる上空視界の不良及びマルチパスの影響が精度劣化の原因だと考えられる。

写真 3. 中層ビル

③　並木（写真 4）

季節的に落葉し始めているが、並木の枝葉に覆われた道路を走行し、GNSS 衛星からの電波受信に及ぼす影響を確認した。

実験結果は、衛星数、PDOP ともに良好でありながら、精度を満たしていないものがあった。並木の枝葉による影響は衛星数や PDOP の数値に反映されていなかった。並木に限らず、衛星数と DOP 値のみで精度評価するのは難しく、やはり、このような環境では検証点を用いた精度評価が必要になると考える。

写真 4. 並木

④　フェンス（写真 5）

片側に高いフェンス、他方は雑木林である切土により作られた道路である。一般に、網目が細かい金網のフェンスは、GNSS 衛星からの電波の反射、遮蔽の原因となり、網目が粗い金網のフェンスでも GNSS 衛星からの電波が通り抜けるが、受信状態の劣化の原因となる。この道路を走行し、GNSS 衛星からの電波受信に及ぼす影響を確認した。

実験結果は、各システムとも地図情報レベル 500 の精度を満たした。本実証実験の結果では、IMU、走行距離計等により位置精度が保たれていることもあり、フェンスによる影響を判断することはできなかった。

写真 5. フェンス

⑤　細街路（写真 6）

住宅地の狭い生活道路を走行し、GNSS 衛星からの電波受信に及ぼす影響を確認した。

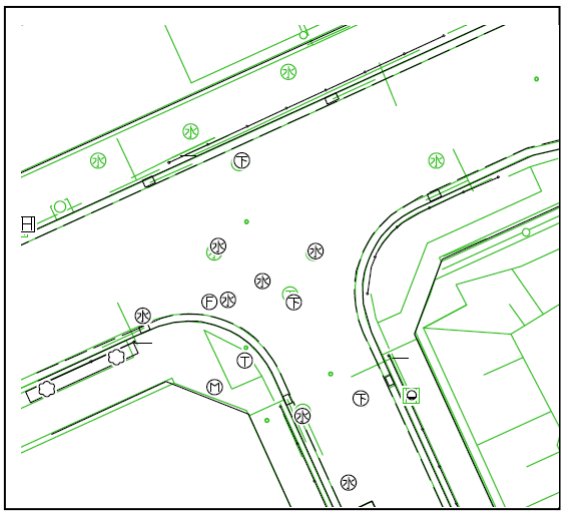
実験結果は、一部精度を満たしていないものがあった。このような住宅地では、建造物が移動計測車両近くにあり上空視界が狭いことが、精度劣化の原因であると考えられる。

写真 6. 細街路

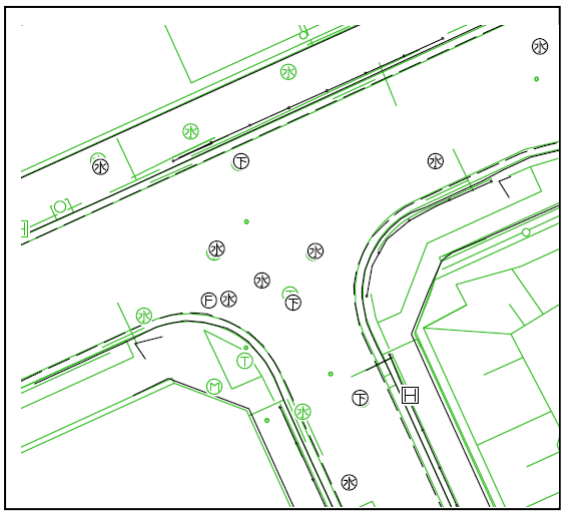
4）図化実験

図化実験は、道路の直線部、曲線部、交差点部の図面を作成して、既存の図面との比較を行った。正射表示（反射強度）、複合表示、個別視表示ともに、既存図と合致しており、良好な結果となった。しかし、図 3 に示すように、各システムともマンホールの位置ズレ及び取得漏れが見られた。マンホールの位置ズレについては、各システムとも同様に位置がズレており、既存図の誤差又はマンホールの位置を移動した可能性が考えられる。また、取得漏れの原因については、歩道に自転車が駐輪されており、その影響で図化ができなかったと考えられる。

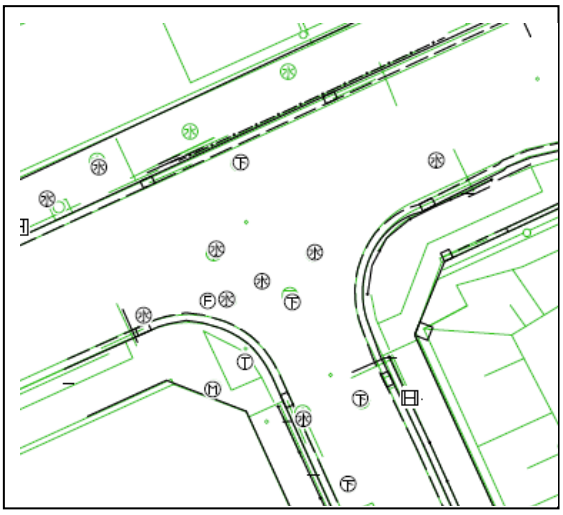
システムＡ　正射表示（反射強度）



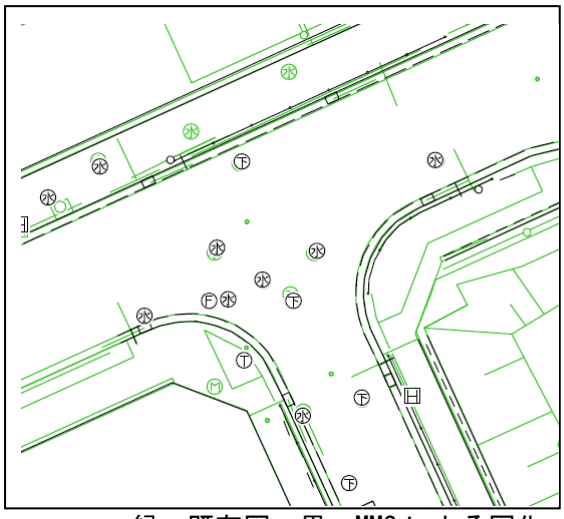
システムＢ　複合表示



システムＣ　個別視表示、複合表示



システムＤ　複合表示



緑：既存図　黒：MMS による図化

図 3. 既存図との比較（交差点部）

(5) 考察

移動計測車両による測量では、GNSS 衛星からの電波受信が良好でない区間の精度をいかに確保できるかが重要である。実際の環境において、GNSS 衛星からの電波受信に問題が起きやすいと想定した箇所でも、システムＡ、Ｃ、Ｄは、300～400m の距離ならば IMU、走行距離計及び最適軌跡解析により位置精度は確保されていることが確認された。

システムＢは、実際の環境においても GNSS 衛星からの電波受信に問題があると、調整処理を必要とする結果となった。GNSS 衛星からの電波を遮断した実験や実環境実験結果より、100～150m 間隔を基準として標定点を設置し調整処理を行えば、十分に地図情報レベル 500 の精度を満たせることが確認された。

以上のように移動計測車両の性能によって、GNSS 衛星からの電波が遮断されても精度が確保できる距離が変わってくる。また、GNSS 衛星からの断続的な電波の遮断や衛星の切替り、あるいは走行状況による IMU の累積誤差は予測し難いところがある。そのため、移動計測車両の性能を正確に把握できるまでは、本実験結果で得られた距離より短い間隔で標定点を置くことが望ましいと考えられる。

図化実験の結果、各システムとも道路縁、歩道縁、道路及び歩道上の地物について地図情報レベル 500 の位置精度を得ることができた。なお、レーザ計測や写真撮影が、歩道の植込み、カードレール、前後の走行車両などにより遮蔽され、特にマンホールのような地物は取得漏れが起こりやすいことが確認された。これは、移動計測車両による測量の特性ともいえ、参照用写真、現地補測資料等を用いて十分な点検を行うことが重要である。

用語一覧

	頁	用語	説明
あ	1	ＩＭＵ	移動計測車両の姿勢として、傾きと加速度を計測する装置で、3軸のジャイロ及び加速度計で構成されたもの。慣性計測装置ともいう。
い	1	移動計測車両による測量	車両に各種の計測機器を組み合わせて搭載し、移動しながら地形・地物の計測を行い数値地形図データ作成するもので、基本的にはGNSS測量機、IMU、走行距離計、デジタルカメラ、レーザ測距装置で構成されるシステムを用いて、主に道路の数値地形図データを作成する手法をいう。
	7	移動計測車両用図化機	移動計測車両により取得された図化用データから数値地形図データを作成する装置をいう。図化用データの使用可能範囲を識別することが可能で、正射表示、複合表示、立体視又は個別視により図化を行う。
	24	色付き点群	レーザ測距装置によって得られた三次元の点座標群とカメラによって撮影された写真を合成した色情報を保持した三次元の点座標の集まりをいう。写真の代わりにレーザ測距装置によって得られたレーザ光線の反射強度を合成したものも含めることがあり、この場合には色ではなく濃淡情報の三次元点群となる。
か	7	外部標定要素付き写真	撮影された状態での写真主点の傾き及び位置座標（これらを外部標定要素という）が付加された写真をいう。
き	13	キャリブレーション	計測機器間の位置と傾きの関係を求め、ひとつの座標系の中に位置付けることをいう。
こ	34	交会角	計測対象物を頂点とし、立体写真に写った同一点を底辺の両端とする三角形において、頂点がなす角をいう（マニュアル内の図５参照）。
	28	合成	同一取得路線で複数の移動取得を実施した場合、作成された図化用データを一つにする作業をいう。 合成は、統合又は接合にて行うものとする。
	30	個別視による方法	同一箇所を撮影した複数の写真を使用し、これらの写真に写った同一地物をそれぞれの写真で個別に計測し、三次元の座標に変換する方法をいう。
さ	2	最適軌跡解析	GNSS測量機によって得られる間欠的な車両の走行軌跡とIMUによって得られる高頻度の車両の走行方向と加速度、さらには走行距離計によって得られる車の停止状態を使用し、車両の走行軌跡を厳密に求めることをいう。
	3	三次元点群データ	レーザ測距装置の位置と姿勢に基づいて、レーザの走査方向と計測距離からレーザが照射された位置の三次元位置座標をもつ点群を言う。また、これらの点群にレーザの反射強度や写真の色情報などを保持させたものも含む。
し	1	GNSS測量機	測位衛星からの電波を利用した測量機をいう。現在、測位衛星にはGPS衛星、GLONASS衛星、準天頂衛星などがあるが、公共測量作業規程の準則ではGPS衛星とGLONASS衛星のみが利用可能と規定されている。
	5	GNSS/IMU装置	ＧＮＳＳ測量機及びＩＭＵを組み合わせた装置をいい、ＧＮＳＳ測量機により位置を求め、ＩＭＵにより傾き及び加速度を求める。
	7	自車位置姿勢データ取得装置	自車の位置及び姿勢を求めるためのGNSS/IMU装置等によりデータを取得する装置をいう。基本的にはGNSS/IMU装置と同じであるが、傾きと加速度をIMU以外の装置で取得するものもある。
	16	取得計画図	ナビゲータに対して、走行路線及び取得路線を適切に走行指示ができるように整理したものをいう。
	15	取得路線	走行路線の内、図化用データを取得するそれぞれの範囲をいう。
	18	初期化	GNSS測量の整数値バイアスを決定するとともにIMUに方位を認識させる作業をいい、移動取得の開始時に行う。 システムの機器構成や解析ソフトウェアにより方法が異なる。
	21	終了処理	基本的には初期化と同じ作業であるが、移動取得の終了時に行う。
す	7	図化用データ	図化用に作成したデータで、本マニュアルでは外部標定要素付き写真及び三次元点群データを総称していう。
	10	図化用データ取得装置	デジタルカメラやレーザ測距装置等で構成され、図化に必要となる写真の撮影や距離データの計測する装置をいう。
	3	ステレオ写真から計測する方法	立体視による方法と個別視による方法の総称で、同一箇所を異なる位置から撮影した複数の写真（これをステレオ写真という）を用いて写真測量の原理に基づき三次元座標を計測する方法をいう。

せ	10	正射影	地形・地物を鉛直方向に投影したもので、二次元の地図表現に相当する投影方法をいう。
	30	正射表示による方法	レーザ点群に反射強度に応じて画素の濃淡を付与して正射表示、あるいは正射変換した反射強度画像を作成し、これらのデータを用いて図化する方法をいう。同様に写真を正射画像に変換して図化する方法も含む。
	28	接合	別々の範囲の図化用データを一つにつなぎ合わせることをいう。
そ	1	走行距離計	車両の走行した距離を計測する装置をいう。オドメータ、DMI（Distance Measuring Instrument）、走行距離積算計ともいう。
	15	走行路線	初期化から終了処理までの間に車両が走行する路線をいう。
た	12	単眼立体写真	両眼立体写真以外で、同一地物を異なる地点から撮影した写真をいい、立体視が困難なものをいう。 両眼立体写真と同様な計測用のカメラで撮影される。
ち	7	調整処理	GNSS衛星からの電波受信が不良と予測される箇所又は電波受信が不良で図化用データの精度が許容範囲を超えた箇所で、図化用データに所定の精度を確認、確保するために行う処理をいう。
と	28	統合	同一範囲の複数の図化用データを一つに混ぜ合わせることをいう。
ひ	2	標定点	GNSS電波受信が遮蔽されている範囲における調整処理や位置精度の検証に用いる基準となる点をいう。現地において、主に図化用データで認識できる白線の角や道路施設等に設置される。
ふ	30	複合表示による方法	コンピュータ内に三次元空間を設け、複数の画面に異なる投影でレーザ点群や写真、あるいはそれらを重ね合わせ表示したデータを用いて図化する方法をいう。
り	18	RINEXデータフォーマット	GNSS衛星からの観測データを格納する標準的なファイル形式をいう。
	30	立体視による方法	同一箇所を撮影した複数の写真や三次元点群データを使用し、立体視により2つのデータから同一位置を同時に観測しながら図化する方法をいう。
	30	両眼立体写真	人の両眼で立体的に見ているのと同様の状況になるように撮影された写真をいう。
れ	30	レーザ陰影	レーザの照射度合いに応じたレーザ点群の粗密で現れる形状をいう。
	1	レーザ測距装置（スキャナ機能付き）	レーザにより距離を測定する装置で、走査しながら照射し、距離を測定することができる装置をいう。
	2	レーザ点群	レーザ測距装置より発射された個々のレーザ照射点の集まりをいう。
	30	レーザ反射強度	レーザの反射の強度をいい、照射した地物によって値が異なる。

※この「用語一覧」に掲載している用語は、本マニュアルにおける用いられている用語の定義である。
※「頁」は、マニュアル本文中で用語の説明がされている頁、または、初めて用語が掲載されている頁である。