

# 基準点と最新技術について

国土地理院沖縄支所  
阪本亮太

## 本日の内容

1. 基本測量について
2. 測量法について
3. 最新技術について

## 測量の法的な定義

- 陸地の測量：測量法  
所轄：国土交通省 国土地理院
- 領海内の測量：水路事業法  
所轄：国土交通省 海上保安庁

両法とも、国際的に共通する数値に改正

測量法（昭和24年6月3日法律188号）

## 第3条（測量）

この法律において「測量」とは、土地の測量をいい、地図の調製及び測量用写真の撮影を含むものとする。

## 第4条（基本測量）

この法律において「基本測量」とは、すべての測量の基礎となる測量で、国土地理院の行うものをいう。

## 第5条（公共測量）

この法律において「公共測量」とは、基本測量以外の測量で次に掲げるものをいい、建物に関する測量その他の局地的測量又は小縮尺図の調製その他の高度の精度を必要としない測量で政令で定めるものを除く。

## 第6条（基本測量及び公共測量以外の測量）

目的 日本全国をおおう地形図（国土の基本図）を作成することを目的として始められました。



電子基準点 (付属標)



一～四等三角点



一～三等水準点

## 三角測量の始まり

1871年（明治4年）

工部省測量司が、東京府下に13点の三角点設置

1874年（明治7年）

内務省地理寮が引き継ぐ

長崎・東京間の経度差観測を天測により実施

1882年（明治15年）

三角点100点の選点終了

1884年（明治17年）

陸軍参謀本部測量局が引き継ぎ、全国的な三角測量開始

1892年（明治25年）

経緯度原点を東京天文台の子午環中心とした

1913年（大正2年）

一等三角測量観測終了（その後、千島、樺太等を実施）

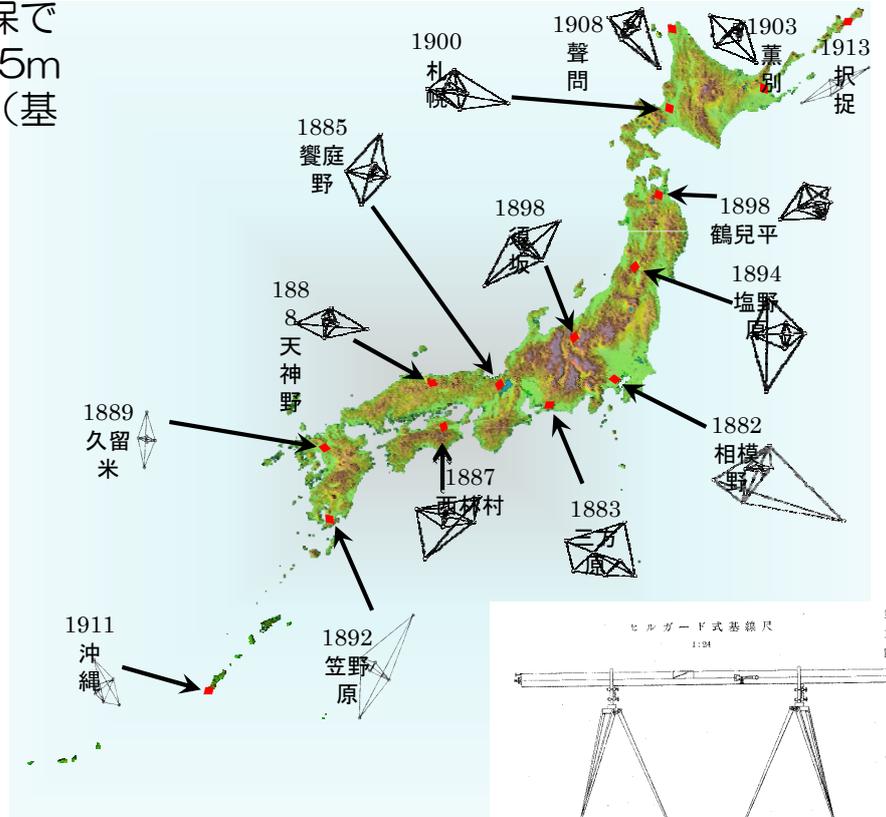
1924年（大正13年）

五万分の一地形図完成

## 基線測量

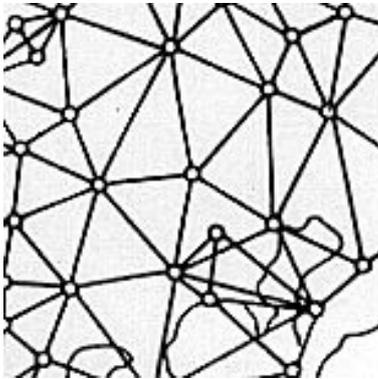
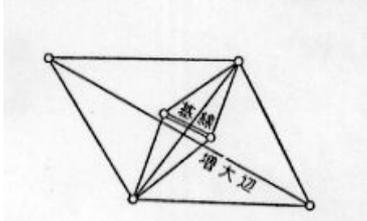
### 日本全国15箇所において、基線測量を行った

基線測量とは、3kmから10kmという直線と平坦な地域が確保できるところを選び、4mから25mの伸縮の少ない正確な物差し（基線尺）で長さを測る測量。

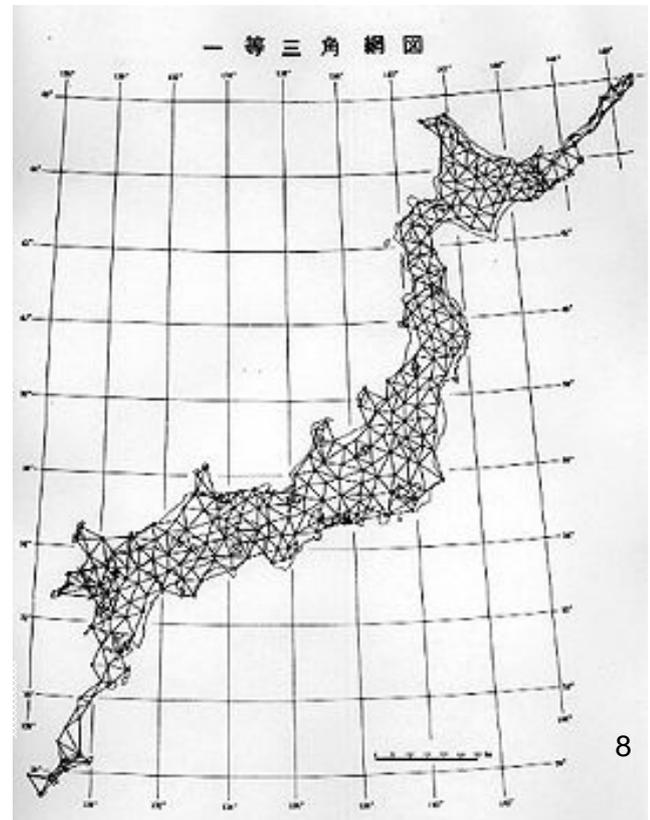


## 三角測量

基線の正確な長さとお端での角の観測をもとに順に大きな三角形を作り、40kmほどの間隔で全国に一等三角点を設置した。



一等三角測量に使用された  
カールツェッセル一等経緯儀



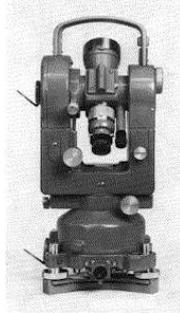
## 測量技術の変遷

三角測量



経緯儀

多角測量



トランシット  
セオドライト



TS  
(トータルステーション)

GPS測量→GNSS測量



GPS衛星

GLONASS衛星  
準天頂衛星: QZSS

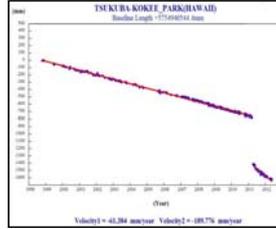
Galileo衛星



測距儀



## 測量技術の変遷



ハワイは、年間約6cmのスピードで日本に近づいています。

写真出典  
<http://ivs.nict.go.jp/mirror/publications/ar2005/nskpg/>



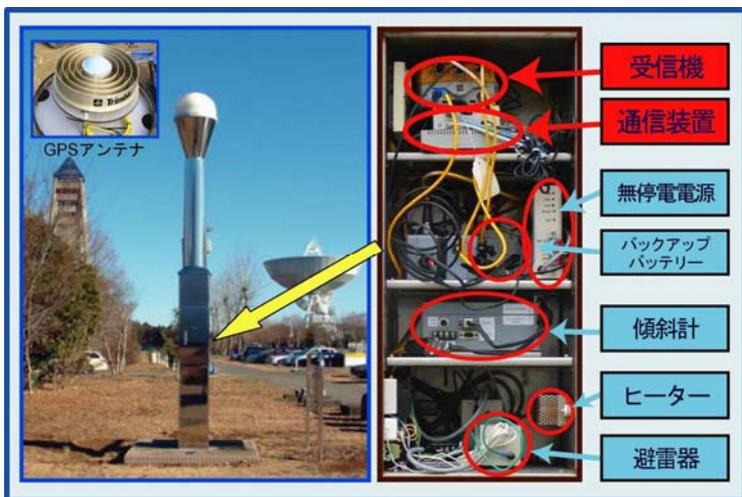
VLBI (Very Long Baseline Interferometry: 超長基線電波干渉法) とは、はるか数十億光年の彼方にある電波星(準星)から放射される電波を、複数のアンテナで同時に受信し、その到達時刻の差を精密に計測し、それを解析することによって、相互の位置関係を求めるのが測地VLBIです。

VLBIにより、大陸の移動が実測できるようになり、巨大地震を引き起こすプレート運動の監視は社会的にも重要です。

地球表面は、プレートと呼ばれる10数枚の硬い岩盤の板に分かれており、プレート境界では、プレートの沈み込みが起こり、巨大地震や火山噴火等が発生します。日本の複雑な地形も、繰り返し発生する東海地震や南海・東南海地震もプレート運動が原因です。

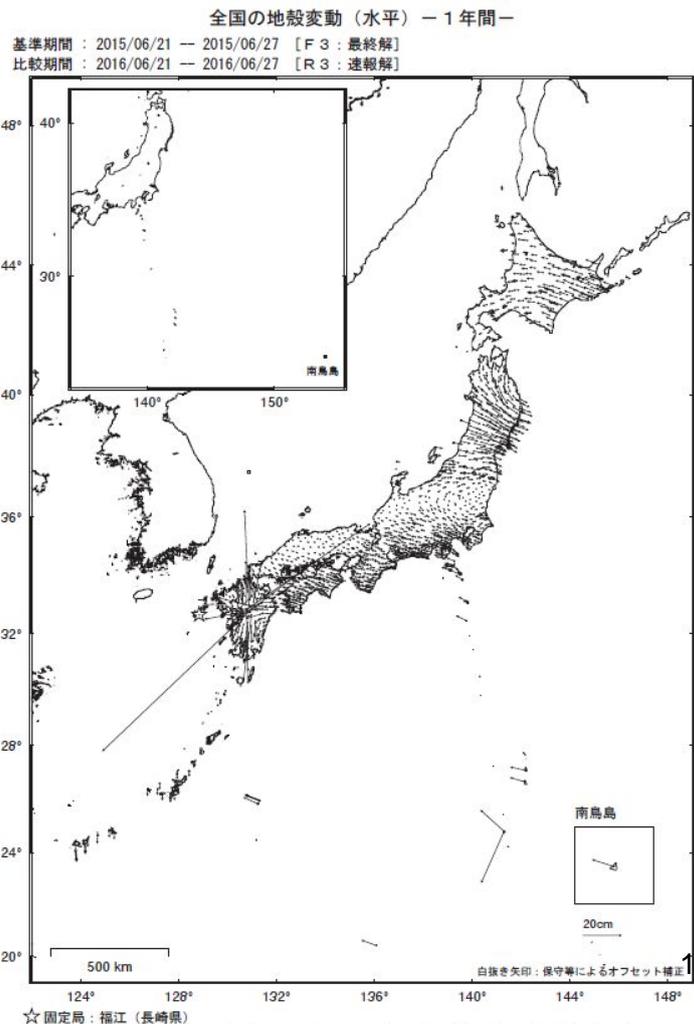
プレートの動きは年間数cmのわずかなものですがVLBIの登場により初めて実測できるようになりました。測定の結果は、主に地震調査の基礎として役立ちます。

### 測量技術の変遷



全国約1300箇所に設置されたGNSS連続観測点  
(沖縄管内には、27点設置されている。)

1992～4年に約200点、1995～6年に約680点、1997年以降350点が設置されました。



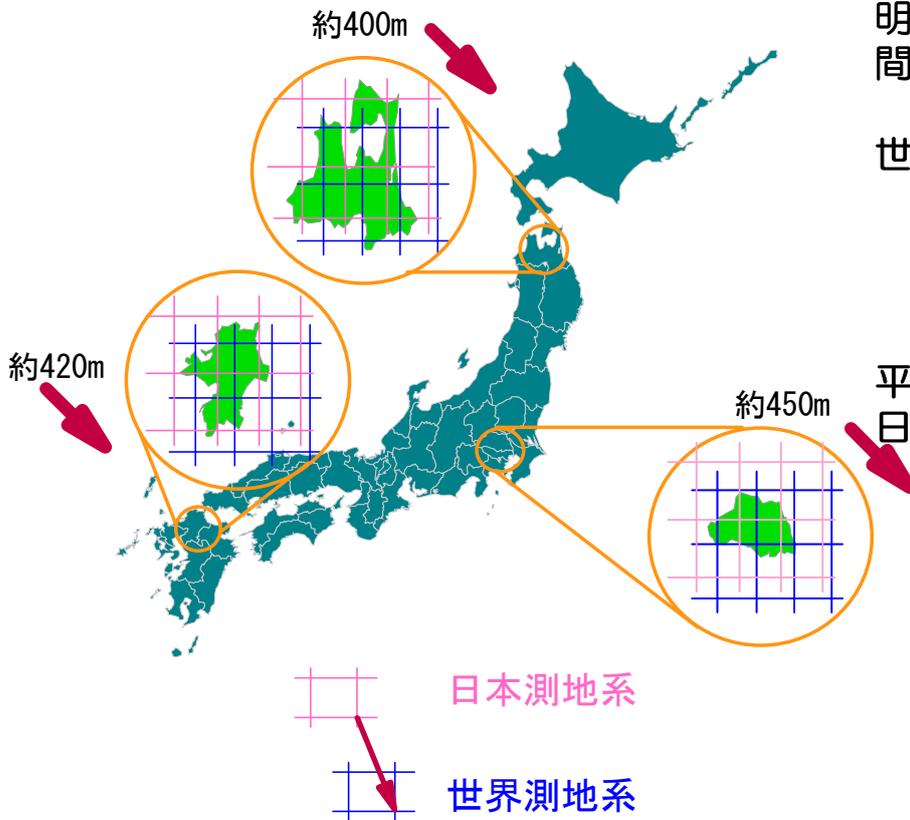
## 世界測地系への移行

日本測地系  
明治時代に決定した回転楕円体を位置の基準とした。

明治時代の技術的制約と100年間の地殻変動による

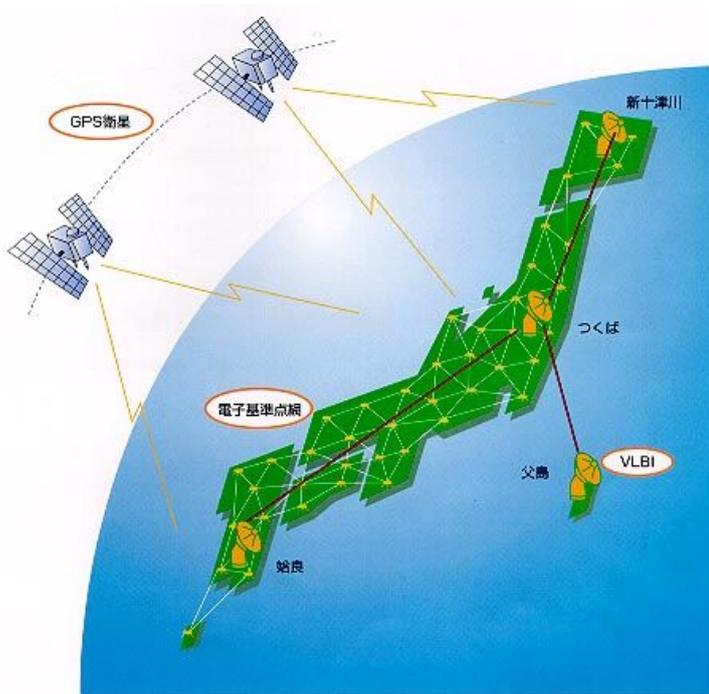
世界測地系  
VLBI、GPS、GISにより地球上の正確な位置を求めることが可能となった。

平成14年4月1日  
日本測地系から世界測地系へ



- 全世界共通の位置の基準
- 地球の重心に原点を置く

## 世界測地系への移行「測地成果2000」



VLBI  
地球上の正確な位置関係を求める

電子基準点(GPS)  
測地網の骨格

三角点  
電子基準点を既知点として改算  
四等三角点は、パラメータ変換

## 測地成果

1892年（明治25年）

経緯度原点を東京天文台の子午環中心とした

1949年6月3日（法律第188号）

測量法制定

2002年4月1日「測地成果2000」

改正測量法施行（日本測地系から世界測地系に改正）

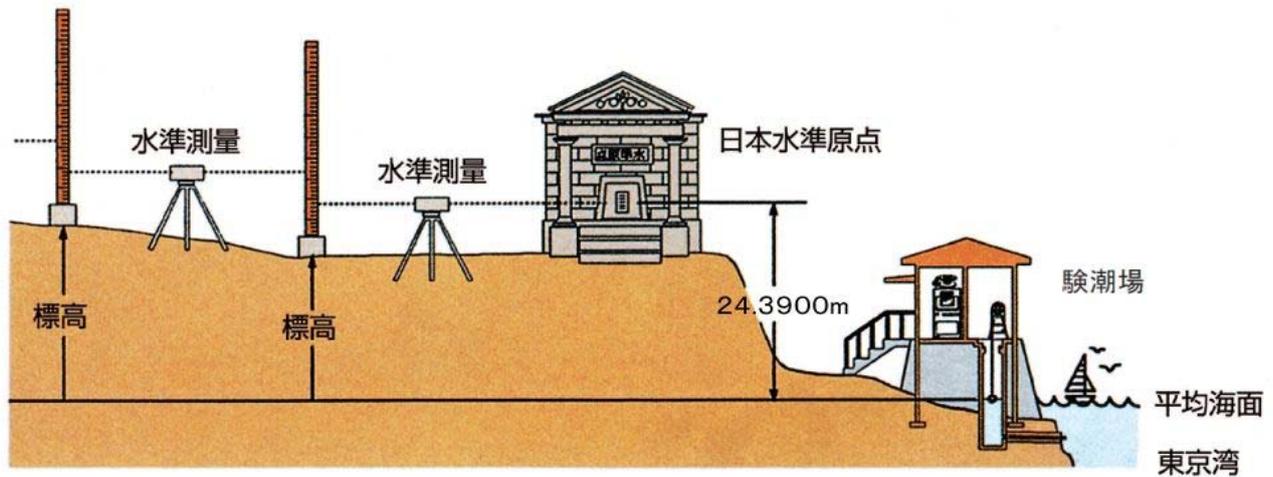
・測量法一部改正

2011年10月21日「測地成果2011」

日本経緯度原点及び日本水準原点の数値を改正

※ 東北地方太平洋沖地震による。

日本の標高は、東京湾における平均海面が基準（0m）

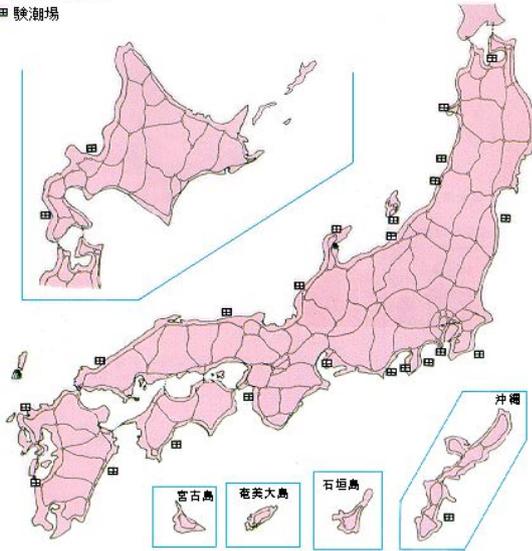


国土地理院ホームページより

- 1891年（明治24年）：日本水準点原点創設 24.5000m
- 1923年（大正12年）：関東地震 24.4140m
- 2011年（平成23年）：東北地方太平洋沖地震 24.3900m

## 高さ（標高）の基準

一等水準網図  
■ 験潮場



一等水準点 (標石)



1873年

霊岸島量水標設置(験潮開始)

1883年

一等水準測量開始

1884年

東京湾平均海面を決定

1891年

日本水準点原点を設置  
(全国6箇所で大規模な験潮開始)

1913年

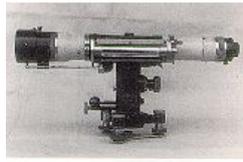
第1回全国一等水準網の測量完了

1914年

水準点の成果を決定



カール・ツァイスJena型一等水準儀  
1924年以前に使用



カールツァイスIII型精密水準儀  
1924年から1955年まで使用



ワイルドN3精密水準儀  
1953年から使用



ツァイスN1002型自動水準儀  
1979年から使用



ライカNA3003電子水準儀

## 2000年度平均成果

1883年(明治16年)

第1回全国測量開始(一般公開なし)

1949年(昭和24年)

測量法制定

1953年(昭和28年)～1963年(昭和38年)

第1回の成果公表(地域毎・手計算による水準網平均計算)

1962年(昭和37年)～1968年(昭和43年)

昭和44年度平均成果公表(北海道を除く)

・  
・  
・

2002年(平成14年4月)

2000年度平均成果公表

北海道を含む全水準路線の最新の観測データにより、日本水準点原点を固定点として水準網平均計算を行い、水準点成果を改定した。



## 原点数値の改正 2011/10/21

約2.4cm沈降

新「東京湾平均海面上24.3900メートル」

旧「東京湾平均海面上24.4140メートル」

差 (-0.0240メートル)

新しい原点数値算出のための測定は以下の方針により行う。

- ①平均海面には変動がないものとみなす。
- ②油壺験潮場の地震直前の標高値を元に、水準測量により日本水準原点の原点数値を求める。
- ③②の精度検証のため、別の水準路線による検測も実施。

## 本日の内容

1. 基本測量について
2. 測量法について
3. 最新技術について

## 第5条（公共測量）

この法律において「公共測量」とは、基本測量以外の測量で次に掲げるものをいい、建物に関する測量その他の局地的測量又は小縮尺図の調製その他の高度の精度を必要としない測量で政令で定めるものを除く。

一 その実施に要する費用の全部又は一部を国又は公共団体が負担し、又は補助して実施する測量

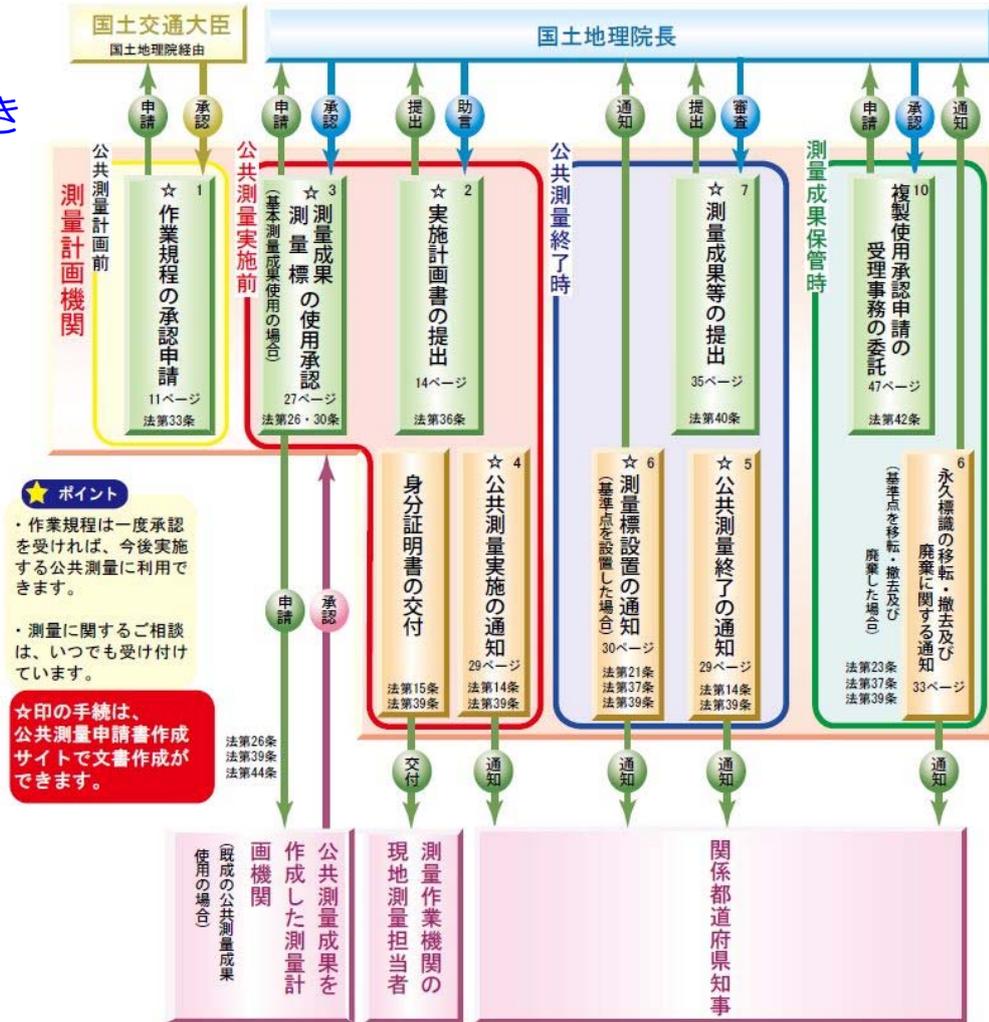
## 第33条（作業規程）

測量計画機関は、公共測量を実施しようとするときは、当該公共測量に関し観測機械の種類、観測法、計算法その他を定め、あらかじめ、国土交通大臣の承認を得なければならない。これを変更しようとするときも、同様とする。

• 法務省不動産登記法第14条第1項地図

作成等基準点測量作業規程平成21年9月10日国国地第358号

## 公共測量の手続き (概略図)



## 第26条（測量標の使用）

基本測量以外の測量を実施しようとする者は、国土地理院の長の承認を得て、基本測量の測量標を使用することができる。

## 第30条（測量成果の使用）

基本測量成果を使用して基本測量以外の測量を実施しようとする者は、国土交通省令で定めるところにより、あらかじめ、国土地理院の長の承認を得なければならない。

※公共測量成果を使用する場合は、使用しようとする公共測量成果の所有者（計画機関）へ使用承認申請が必要です。

## 書面による 申請（記載例）

測量標・測量成果の使用承認申請書記載例

測量法施行規則 別表第二

測量標 測量成果		文書番号
の使用承認申請書		
測量法第 <sup>26</sup> / <sub>30</sub> 条の規定により下記のとおり申請します。		
平成〇年〇月〇日		
〒〇〇〇-〇〇〇〇 申請者 住 所 〇〇県〇〇市〇〇町〇〇番地		
氏 名 〇〇市長 〇 〇 〇 〇 印		
国土地理院長 殿		
使用目的又は当該測量の種類別	都市計画図作成のため	
測 量 地 域	〇〇市全域	
使 用 期 間	平成〇年〇月〇日から平成〇年〇月〇日	
○使用する測量成果の種類及び内容	基本測量基準点、水準点、基盤地図情報(〇〇市)	
○測 量 精 度	〇〇市公共測量作業規程	
使 用 方 法	細部測量の既知点、数値図化の標定点、地区編集	
×使用する測量標の種類及び所在	別添付図に示すとおり	
×使用する測量標の上方に測標等を設ける場合はその所在	なし	
○完成図の縮尺及び名称	地図情報レベル2500 〇〇市都市計画図	
測量計画機関	名 称	
	代表者の氏名	申請者と同じ
測量作業機関	所 在 地	
	名 称	未定
	×測量業者登録番号	
	代表者の氏名	
	所 在 地	
○成果入手年月日	平成〇年〇月〇日	
公共測量実施計画書提出年月日	平成〇年〇月〇日	
備 考	担当者 〇〇課 〇〇〇〇 TEL. 0000-00-0000	

「公共測量に必要な手順と様式集」  
からダウンロードできます。  
[http://psgsv2.gsi.go.jp/koukyou/public/tetuzuki/index\\_youshiki.html](http://psgsv2.gsi.go.jp/koukyou/public/tetuzuki/index_youshiki.html)

## インターネットによる申請方法

基準点

中心位置の十字線
  ポップアップ
  テキスト情報
 [使い方](#)

**選択リスト**

基本基準点    公共基準点

取り置き     削除(取り置き点以外)

操作	基準点コード	等級種別	冠字選点番号	基準点名	成果状態	現況状態	成果品質	基準点維持	電子基準点	ワンストップ
<input type="checkbox"/>	L010000009646	一等水準点		9646	正常	正常	1970年以降観測されている	維持管理対象点		○
<input type="checkbox"/>	TR43927259401	四等三角点	K当25	なうら橋	正常	正常	1974年以降観測されている	監視対象点	取り付かれている	○

[KMLファイル出力](#)    [CSVファイル出力](#)    [CSV保存項目設定](#)  
[謄抄本交付申請書作成](#)    [成果表印刷](#)

測量標・測量成果の使用申請  
**ワンストップID発行**

## インターネットによる申請方法（2）

測量成果ワンストップサービス

ログアウト  
ユーザーID DE04281S  
[登録情報の変更はこちら](#)

申請 審査状況

「測量標・測量成果の使用承認申請」

📌 をクリックすると解説が表示されます。  
測量に使用する場合は測量計画機関より申請してください。

📌 使用目的又は当該測量の種類

📌 測量地域  
記入例 : [ ]

📌 使用期間  
[ ] ~ [ ] ※半角数字のみ入力可能です。

📌 使用する測量成果の種類及び内容

基本測量  基準点  
 水準点  
公共測量  基準点  
 水準点  
 その他( [ ] )

📌 測量精度  
記入例 : [ ]

📌 使用方法

📌 使用する測量標の種類及び所在

基準点成果等閲覧サービスで選択した基準点リスト: 国土地理院測量成果ワンストップサービスID QY806MWM **取得**

等級	種別	点名	基準点コードまたは公共測量助言番号
一等水準点		9646	L010000009646
四等三角点		なうら橋	TR43927259401

[基準点を追加等し、申請し直す方法](#)

📌 使用する測量標の上方に測

必要事項を記入して  
最下段の「申請」をクリック

## 測量標・測量成果 の使用承認申請書

〇〇〇〇〇 〇〇 〇〇 殿

国土地理院長 

測量標及び測量成果の使用について

平成 28 年〇月〇日付け申請のあった測量標及び測量成果の使用については、測量法（昭和 24 年法律第 188 号）第 26 条及び第 30 条の規定に基づき、下記のとおり承認する。

記

1. 承認事項

- (1) 使用目的 〇〇〇〇〇〇〇〇
- (2) 使用する測量標及び測量成果の種類及び内容  
基本 基準点 水準点
- (3) 使用期間 自 承認日 至 平成 28 年〇月〇日
- (4) 承認番号 平 28 国地沖測第〇号

2. 条件

- (1) 測量標の使用に当たっては、敷地の所有者又は管理者の承諾を得ること。
- (2) 測量標の使用に当たっては、標石をき損しないこと。
- (3) 測量標の異常を認めた場合は、速やかに沖縄支所長に報告すること。
- (4) 測量作業終了後は、速やかに沖縄支所長にその旨を届け出ること。

3. 承認事項及び条件は、厳守すること。

4. その他（付記事項）

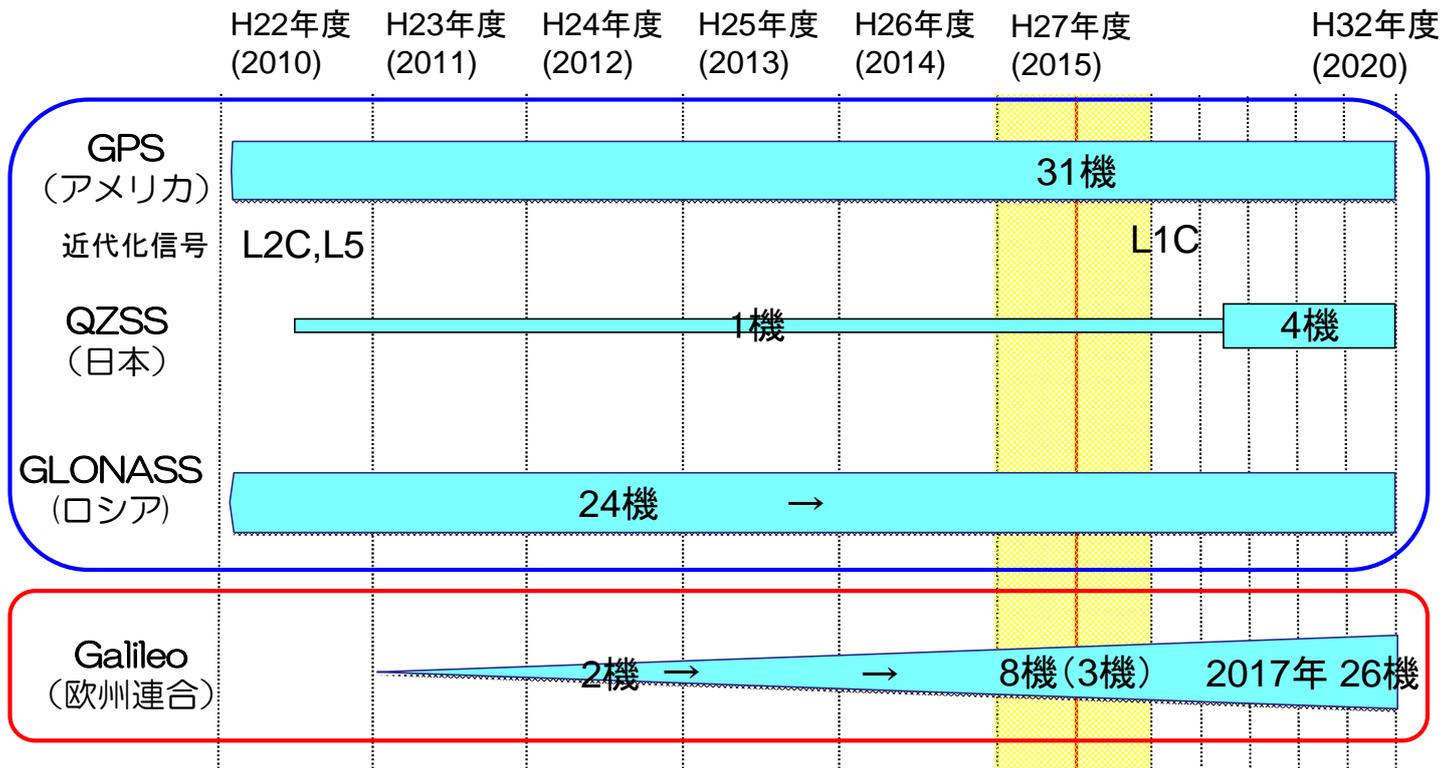
- (1) 伐採を必要とする場合には、所有者又は管理者に事前の承諾を得てから実施されたい。
- (2) 基準点維持管理の為別紙「基準点現況調査報告書」により、使用した基準点の情報を提供されたい。

- ・書面による申請は、郵送にて送付（公印あり）
- ・インターネットによる申請は、メールにて送付

## 本日の内容

1. 基本測量について
2. 測量法について
3. 最新技術について

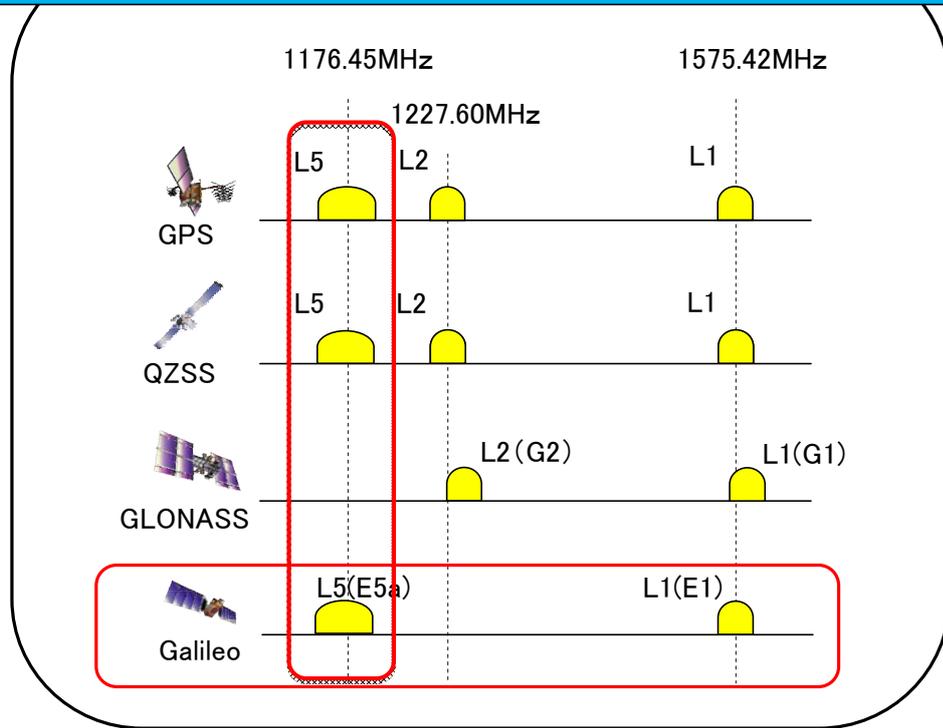
## ・マルチGNSS測量マニュアル（案）



作業規程の準則で利用可能なシステムは3つ、マニュアル(案)ではGalileoも利用可能に

## マルチGNSS測量マニュアル（案）

### 利用可能な衛星系と周波数帯

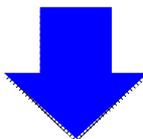
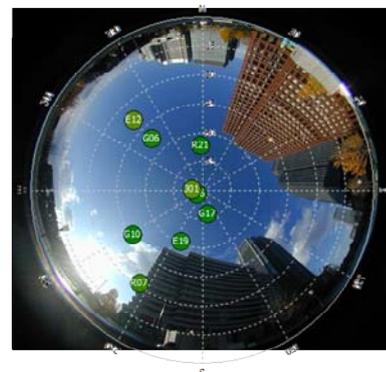


マニユアル(案)により利用が拡大された部分

## ・マルチGNSS測量マニュアル（案）

マニュアル(案)の特徴	メリット
Galileoの使用	・衛星数増→測量できる場所や時間の拡大
L5の使用	・3周波解析→10km以上の基線について 観測時間の短縮(120分以上→90分以上)
基線解析(統合処理)	・GPS 3衛星、Galileo 1衛星でも観測が可能
衛星系の組合せ拡大	・観測の選択肢増

### 上空視界の状況 [東京]



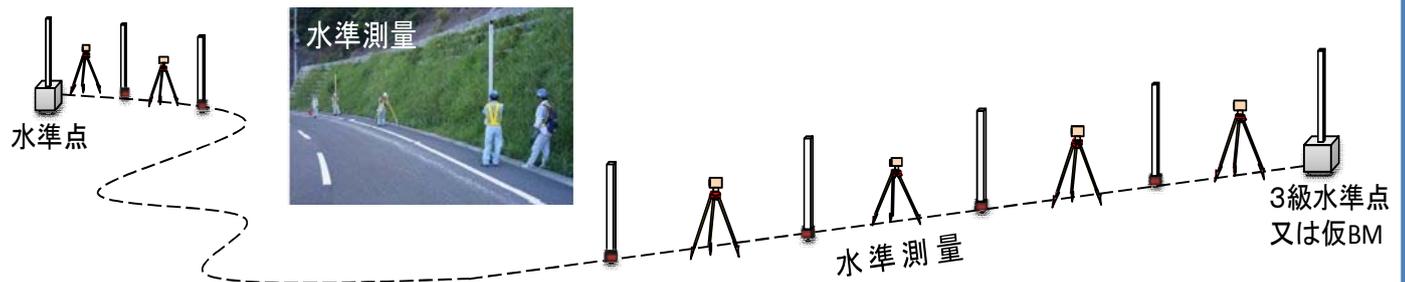
高精度な基線解が得られる場所や時間が拡大します。

## ・GNSS測量による標高の測量マニュアル

### 水準測量の現状(工事等で高さの基準が必要)

#### 【現状】

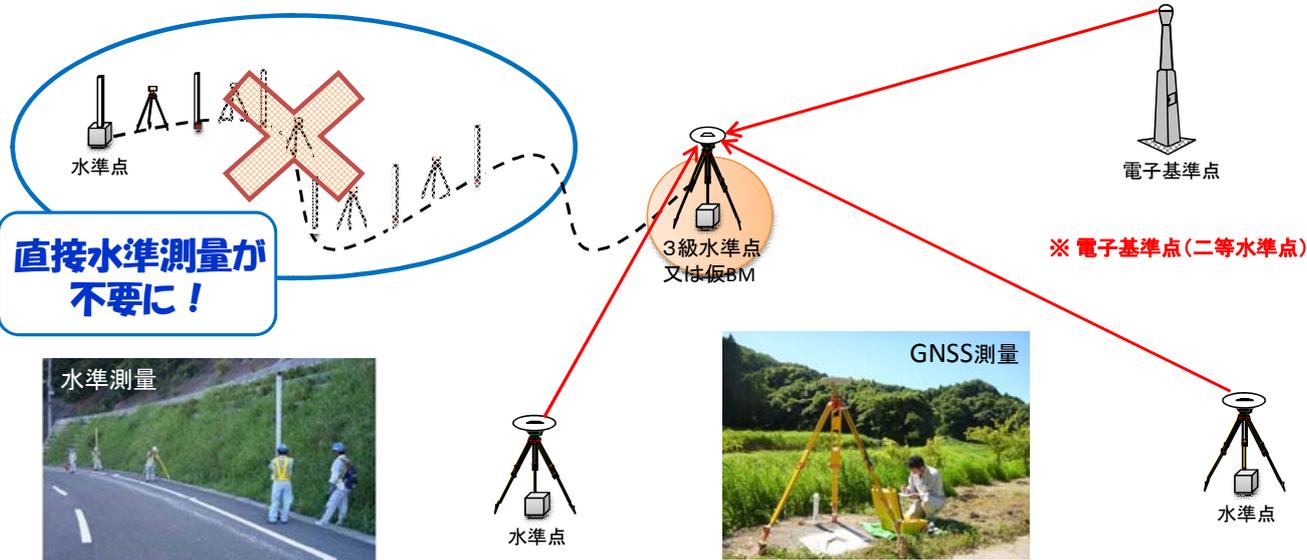
- 我が国の標高は、東京湾平均海面を高さの基準とし、水準点(全国の主要国道等約2万Kmに2km間隔で設置)より測量。
- 水準測量は、水準点が遠方にしかない地域においては、標高の測量に、**多大な時間と経費が必要**。



水準測量は、作業日数(人員確保も含む)、作業経費ともに多大。ただし、高精度(3級水準測量10kmで32mm以内)

## ・GNSS測量による標高の測量マニュアル

### 衛星測位(GNSS)の効率的な利用



直接水準測量が  
不要に!

新ジオイド・モデル「日本のジオイド2011」を導入

## ・ 測量へのUAVの導入に向けた取り組み

### 小型無人機の登場



#### 従来の測量手法

従来の測量機器やGPSを利用した現地測量

- 比較的狭い範囲の図面整備向け
- 手作業が多く、時間がかかる



有人航空機を利用した空中写真測量

- 広範囲の図面整備向け
- 機械経費が高い



- 必要な時に、容易に空中写真を撮影
- 自動処理等、測量の省力化に貢献

小回りが利く

狭い範囲でスケールメリットが利く

機械経費がかからないのでコストダウン

生産性の向上

#### 公共測量での利用促進

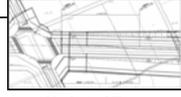


- ・ 図面作成：現地測量、写真測量、地図データ修正
- ・ 工事関係：土量算出、進捗・完成写真撮影

地形図修正



情報化施工、土量算出



道路台帳図

#### UAVによる3次元測量



ドローン等による写真測量による面的な3次元測量を実施

#### 土木施工での活用



設計、施工、維持管理の各工程で活用できる測量データを提供

有人航空機を使用する場合と比べ、UAVによる撮影は低空で実施可能なため、雲の影響が小さい  
有人航空機に比べて機動性が高く、狭い範囲であれば必要な成果が短時間に得られる

## ・測量へのUAVの導入に向けた取り組み

平常時：技術力の確保と向上

災害時：緊急撮影と情報提供

- ・i-Constructionへの対応
- ・公共測量への助言



## 国土地理院ランドバード（GSI-LB）

### ● 緊急撮影にも対応できる高度な技術

- ⇒ 安全管理
- ⇒ 操縦技術
- ⇒ 精度管理

本院（つくば市）のみでなく  
全国の地方測量部等に順次展開

2016.3.16発足

注視・連携

民間における様々な取り組み・技術開発

## ・測量へのUAVの導入に向けた取り組み

公共測量等でUAVを使用する上では・・・  
作業方法や精度確保に必要な一定のルールが明確になっていないと使用できない ➡ **作業マニュアル(案)**

安全に作業を行う場合に必要となる手続き等について明確になっていないと、導入が困難 ➡ **安全基準(案)**

2015年度に有識者会議等を開催し、検討・整備を実施

2016.3.30制定

## 基準の整備

### 小型無人機を利用した空中写真測量

- ・数値地形図データ作成
- ・3次元点群データ作成

### 作業マニュアル(案)

- ・標準的な精度が要求される場合の測量作業方法を具体的に明示
- ・測量技術者ならば、異なる要求精度であっても対応できるような柔軟性を保持



公共測量に最適化した  
**安全基準 (案)**

ご清聴ありがとうございました。

