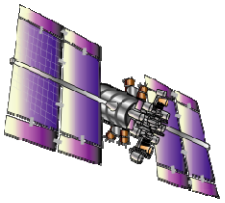
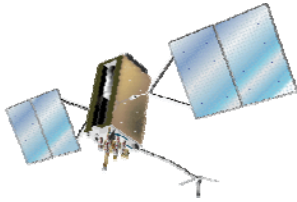
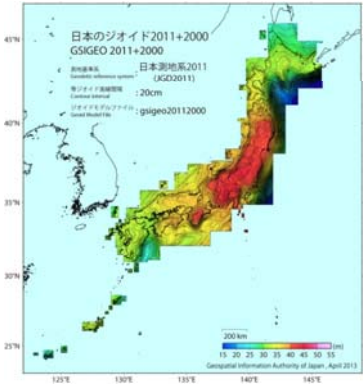




スマート・サーベイ・プロジェクト（SSP)の取り組み
～GNSSを活用した測量業務の効率化～

国土地理院 測地部
後藤 清



目　次

1. プロジェクトの概要

2.　GNSSによる標高の測量

（1）マニュアルの特徴
（2）ジオイド・モデルの高精度化
（3）マニュアルの要点
（4）現状とGNSSの効率的な利用
（5）利用の事例

3. 電子基準点を利用した基準点測量

（1）マニュアルの特徴
（2）利用の例

4. まとめ

国土地理院

プロジェクト立ち上げの背景

利用者ニーズ

H23・24年度　基準点等利用者を対象としてアンケート及びヒアリング調査を実施

水準点が不足している

↓

作業地域の近傍に既設の水準点がない場合、遠方の水準点から多大な時間をかけて水準測量を行っている。

↓

GNSS測量とジオイド・モデルによる標高の精度向上を検討

三角点が利用しにくい場所にある

↓

三角点が山頂付近にある場合は、アクセス及び視通確保のための伐採に多大な時間がかかる。

↓

電子基準点のみを既知点とする基準点測量の適用範囲の拡大を検討

1. プロジェクトの概要

(1)目的　測量業務の効率化の検討と推進

（利用者ニーズ調査の結果を受け、実現可能で効率化効果の高いもの）

公共測量におけるマニュアル（案）を策定し効率化の実現を図る

(2)テーマ

①GNSS測量と高精度なジオイド・モデルを利用して標高を3～5cmの精度で求める。GNSS測量による標高の測量マニュアル（案）

②電子基準点のみを既知点とした基準点測量の適用範囲の拡大。

電子基準点のみを既知点とした基準点測量マニュアル（案）

(3)期間　平成24年11月～平成26年3月

(4)活動内容

①委員会（・マニュアル（案）、利用の手引（案）の検討　・意見）

②マニュアル（案）、利用の手引（案）の策定、公表

③マニュアル（案）の試行、改良

④マニュアルの本格的な運用

GNSS測量による標高の測量マニュアル（案）

［平成25年4月26日公表］

（1）マニュアルの特徴

○GNSS測量と高精度なジオイド・モデルを組み合わせて使用
＜3級水準点を設置することができる＞

○電子基準点（二等水準点）を既知点とする場合は、新点のみの観測でよい。 ＜電子基準点本点の観測データを使用＞

○平成25年度に適用できる地域は、中国・四国・九州地方
ただし、一部離島を除く
（高精度なジオイド・モデルを整備した地域に限る）

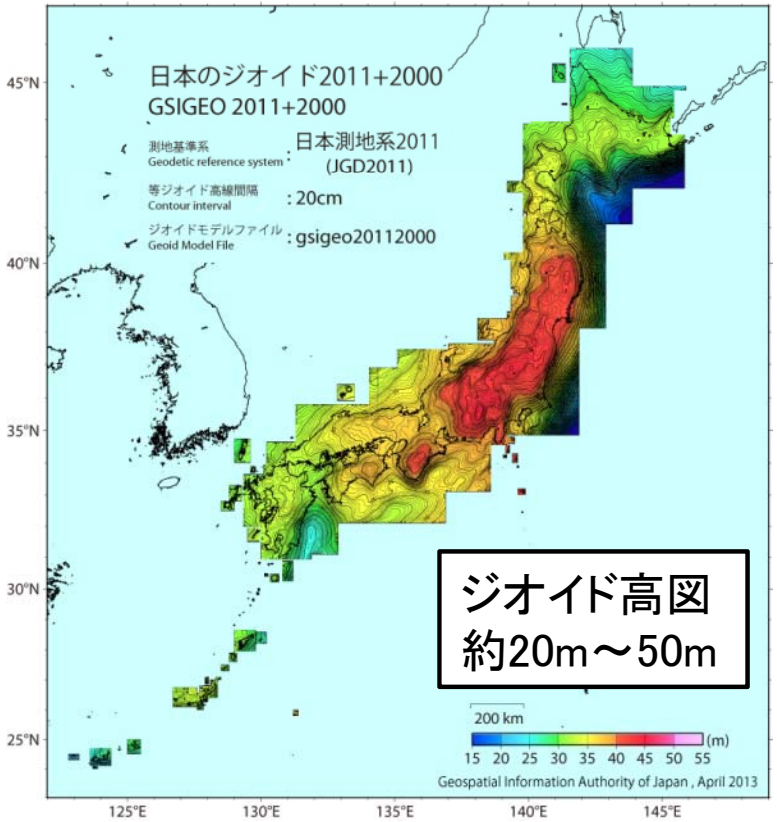
国土地理院

(2)ジオイド・モデルの高精度化

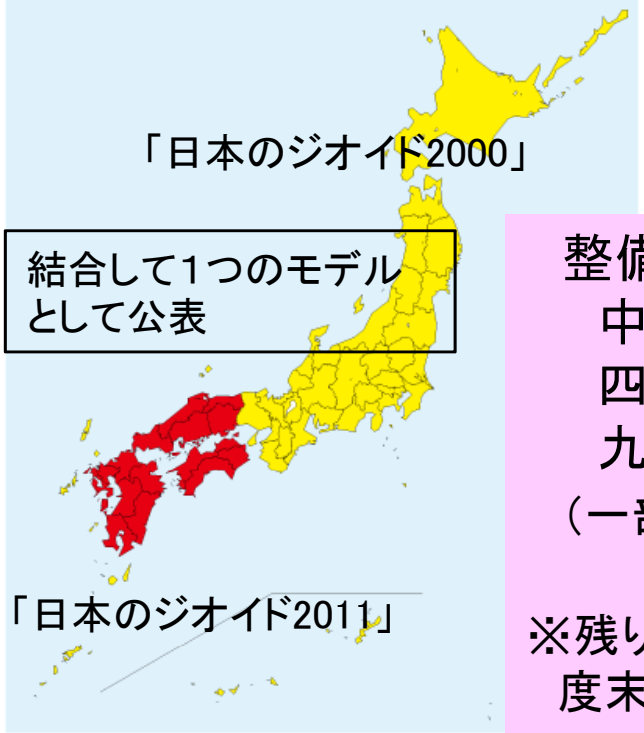
「日本のジオイド2011＋2000」 平成25年4月26日公表

日本のジオイド2000
(標準偏差:約4cm)
↓
日本のジオイド2011＋2000
(標準偏差:約2cm)

高精度化の主な要因
○重力ジオイド・モデルの高精度化
○実測ジオイド高データ分布の均一化
○実測ジオイド高データの品質向上



日本のジオイド2011+2000



整備範囲
中国(5県)
四国(4県)
九州(7県)
(一部離島を除く)

※残りの地域は平成25年度末整備・公表予定

(3)マニュアルの要点

○既知点の種類等

○測量の方式及びGNSS観測の方法

○精度管理

国土地理院

○既知点の種類等

第５条　既知点の種類及び既知点間距離は、次表を標準とする。

区　分 項　目	GNSS水準測量
既知点の種類	一～二等水準点 １～２級水準点
既知点間距離	60km以下

二等水準点には、電子基準点付属標に水準測量により標高が取り付けられ水準点成果が得られている電子基準点（二等水準点）を含む。

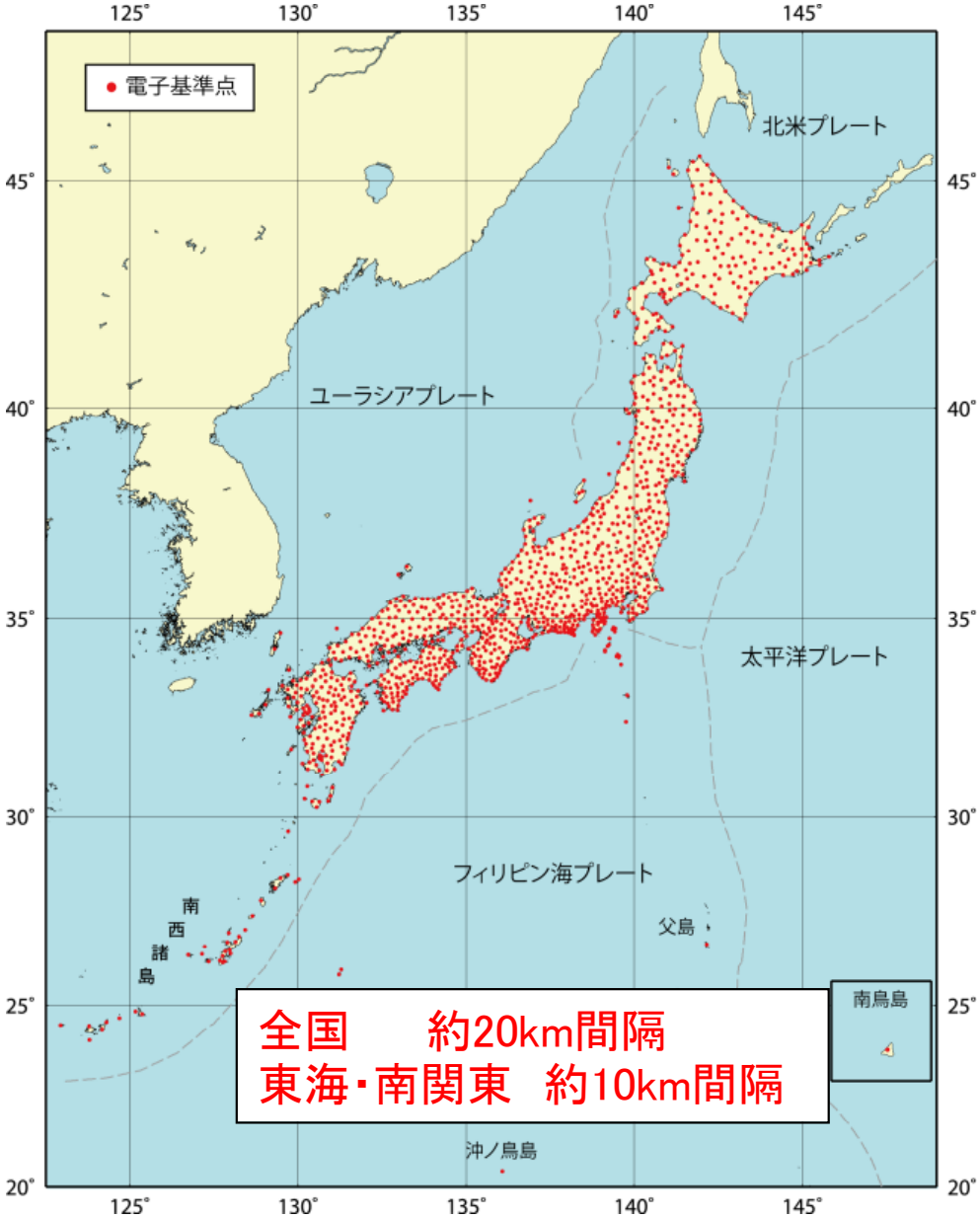
二等水準点

電子基準点（二等水準点）

電子基準点

国土地理院

電子基準点（日本全国　約1,200点）

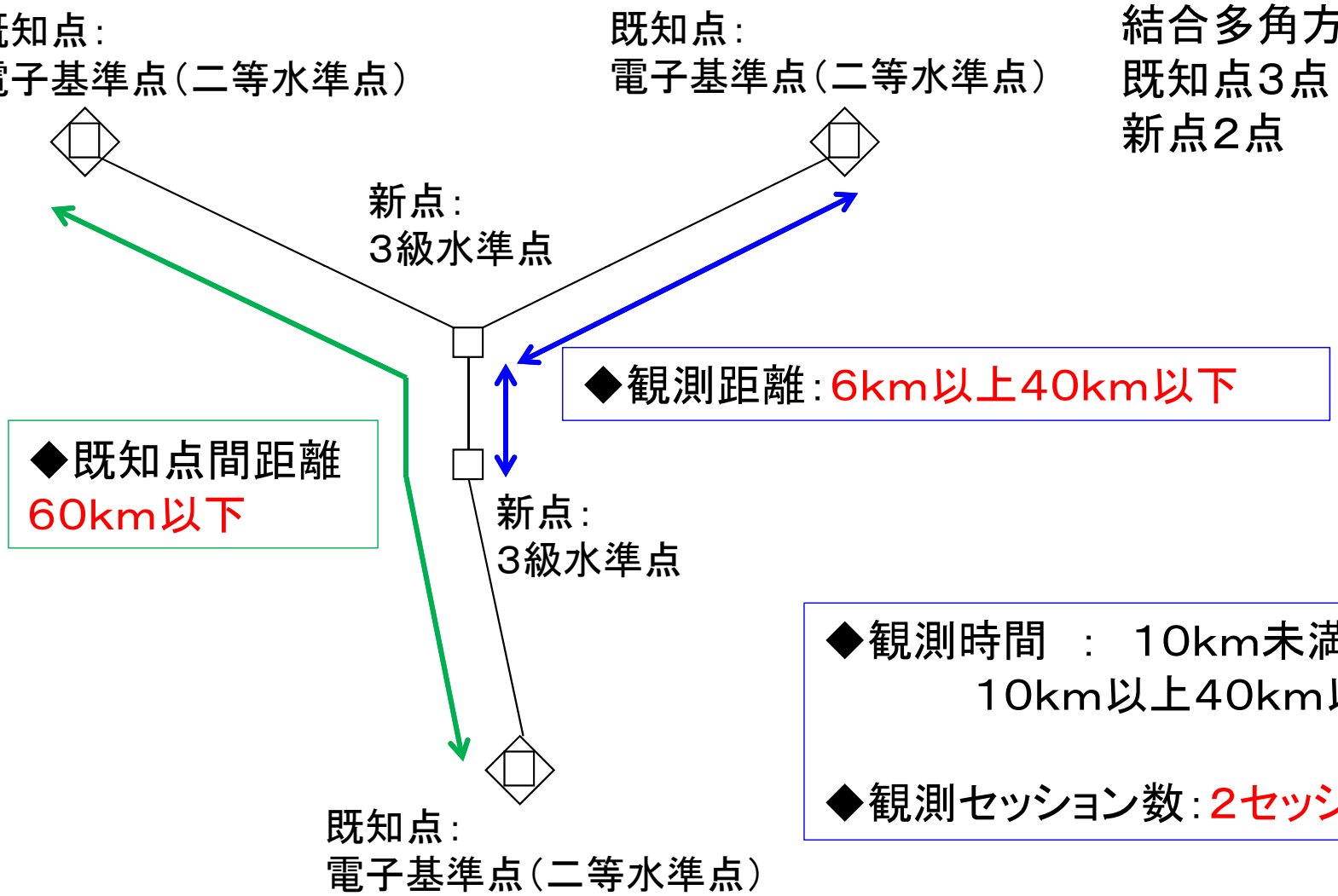


［役割］
- ○地殻変動の監視
- ○測量の基準点
- ○位置情報サービス

国土地理院

○測量の方式及びGNSS観測の方法
第6条、第13条

結合多角方式による例
既知点3点
新点2点



◆観測時間　：　10km未満　　2時間以上
　　10km以上40km以下　3時間以上

◆観測セッション数：2セッション

○精度管理

（点検計算及び再測）

第18条　　（途中省略）

３　点検計算における許容範囲は、次表のとおりとする。

	区　　分		許容範囲	備　考
①	第１セッションと第２セッションの基線ベクトルの較差	水平（ΔN、ΔE）	20mm	ΔN：水平面の南北方向の較差 ΔE：水平面の東西方向の較差 ΔU：高さ方向の較差
		高さ（ΔU）	30mm	
②	既知点間の楕円体高の閉合差		15mm√S	S：路線長（km単位）
（②）	仮定三次元網平均計算における楕円体高の閉合差		15mm√S	S：路線長（km単位）

（平均計算）

第19条　平均計算は、次のとおり行うものとする。

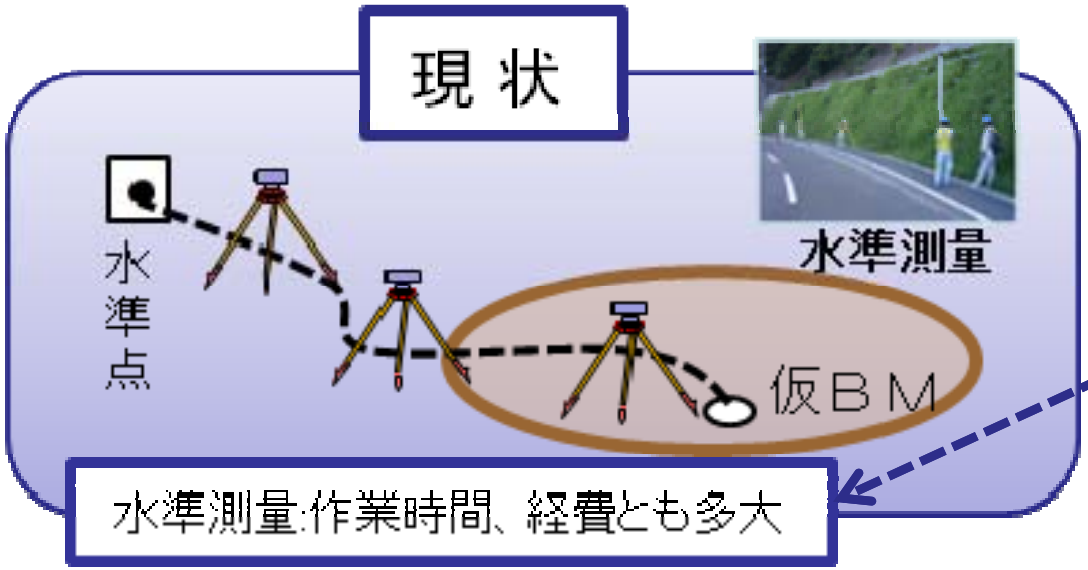
２　既知点２点以上を固定する三次元網平均計算は、平均図に基づき行うものとし、平均計算は次のとおり行うものとする。

（途中省略）

③　五　三次元網平均計算による新点の楕円体高の標準偏差の許容範囲は、50ミリメートルを標準とする。

国土地理院

（4）現状とGNSSの効率的な利用



事業エリアの近傍に水準点がないため、遠方より3級水準測量実施

GNSSの効率的な利用

水準測量を行わなくても水準点を設置することができる

電子基準点（二等水準点）を既知点として
GNSS測量により簡便に3級水準点を設置

作業時間、経費とも大幅に効率化が可能
（目標精度は3～5cm）

コスト面での比較（対3級水準測量；本マニュアルにより3級水準点1点を設置）
○6km：ほぼ同じ　○20km：約3分の1　◆長距離になるほど効率化の効果は大

国土地理院

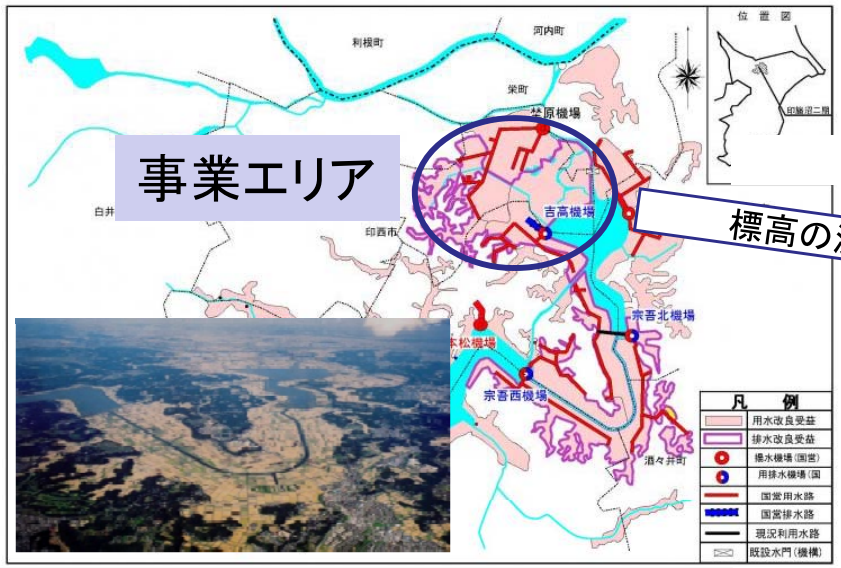
（5）利用の事例（その1）　［路線測量］

事例：国営かんがい排水事業（大規模な用排水施設の改修）。
　　仮BM設置測量を実施。
課題：仮BM設置測量は、3級水準測量の精度で標高が必要。
　　約10km離れた水準点からの水準測量を実施。既知点への観測に延4日間。

約2日間

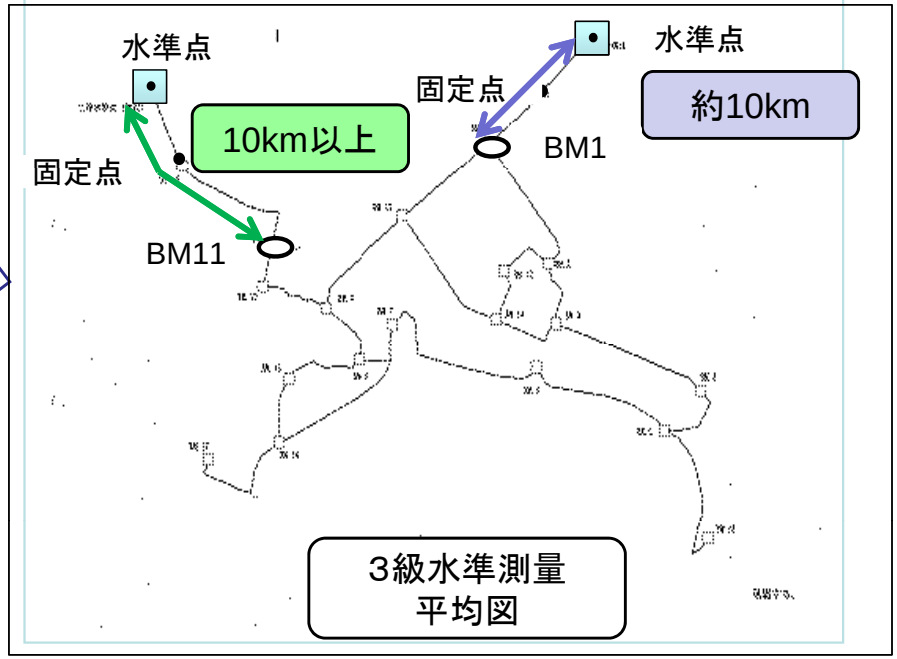
GNSSの効率的な利用

GNSSにより3～5cmの精度で、効率的に仮BM設置測量が可能となる。



関東農政局（印旛沼二期農業利水事業所）HPより

標高の測量



国土地理院

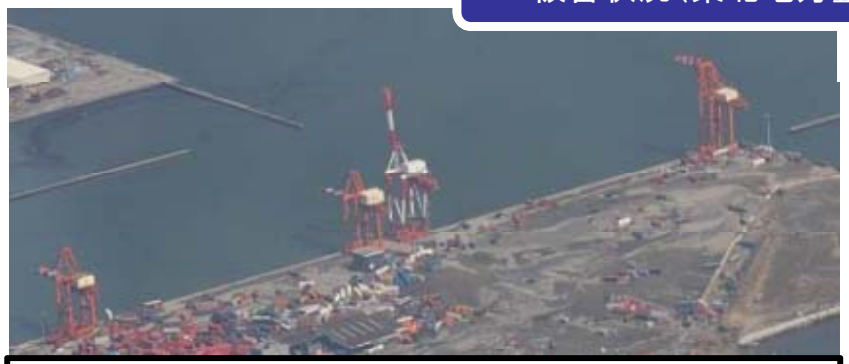
（5）利用の事例（その2）　［災害復旧対応］

事例：東北地方太平洋沖地震及びそれに伴う大津波により、東北地方の太平洋側港湾では防波堤の倒壊、岸壁の損傷等の甚大な被害。また、地震に伴う地殻変動により、埠頭等の港湾施設も地盤沈下が発生。

課題：埠頭等の構造物の復旧工事では、地盤沈下量を把握する必要があるが、地殻変動の影響のない遠方の水準点からの水準測量を行うこととなり多大な時間がかかる。

GNSSにより3～5cmの精度で、効率的に港湾構造物の沈下量が把握可能。

被害状況（東北地方整備局港湾空港部HPより）



高砂ふ頭2号岸壁（-14m）（耐震）
・ガントリークレーン1基（終点側）が損傷
・取付部終点部法線はらみ出しに伴う背後の崩落、エプロン部全体が1m沈下、舗装版下に空洞あり
・ヤードに津波による漂流コンテナ散乱

大船渡港　野々田区（-13m）
・荷さばき地　最大30cm（平均10～20cm沈下）

国土地理院

(5)利用の事例(その3)　[ダムに関する測量]

事例:ダムに関する測量は、ダム測量基準点の設置、既設構造物との関連把握及び本体設計に関する縦断測量、横断測量等の目的に応じて実施。

課題:上記の測量を実施するためには高さの基準となる水準点が必要。ただし、近傍に既設の水準点がない場合、遠方より水準測量により高さの基準を測量する必要がある。

GNSSの効率的な利用

GNSSにより3～5cmの精度で、効率的に水準点の設置が可能となる。

イメージ

【写真】 九州地方整備局 (筑後川河川事務所)HPより

電子基準点のみを既知点とした基準点測量マニュアル（案）
［平成25年4月26日公表］

（1）マニュアルの特徴

○電子基準点を利用して、直接2級基準点を設置できる

○電子基準点を利用することから、既知点での観測は不要である

○セミ・ダイナミック補正を実施する

○必要に応じて既設基準点との点検のための観測を実施する

3. 電子基準点を利用した基準点測量

○電子基準点を利用して、直接2級基準点を設置できる

○電子基準点を利用することから、既知点での観測は不要である

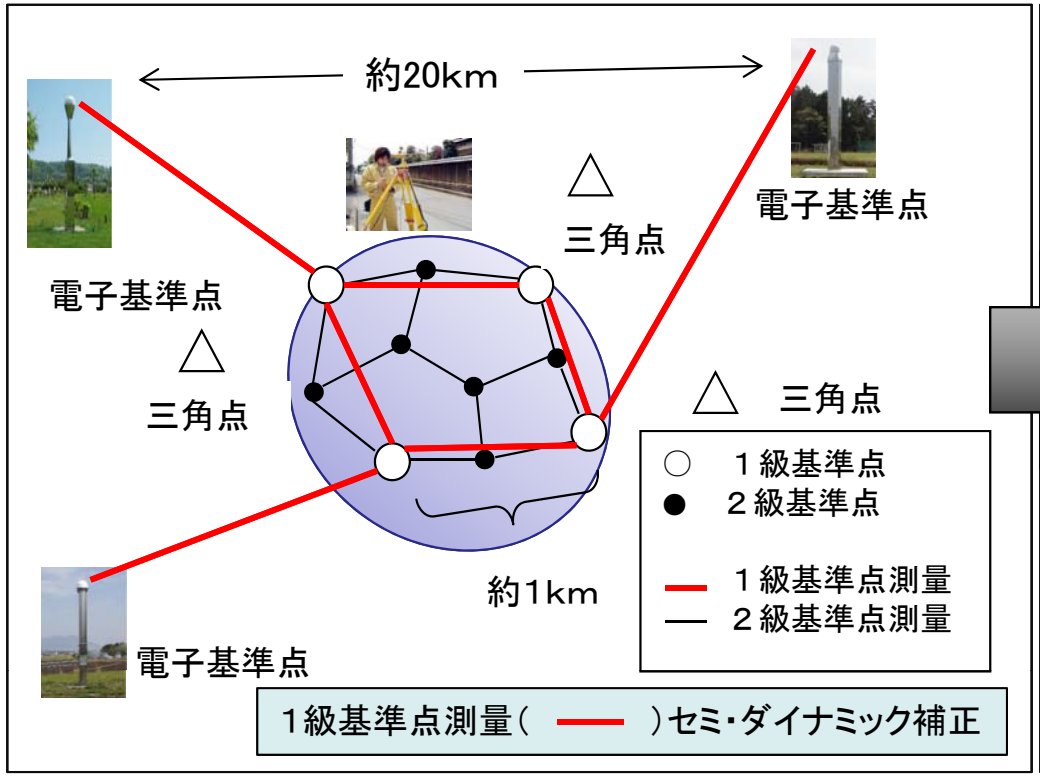
現行

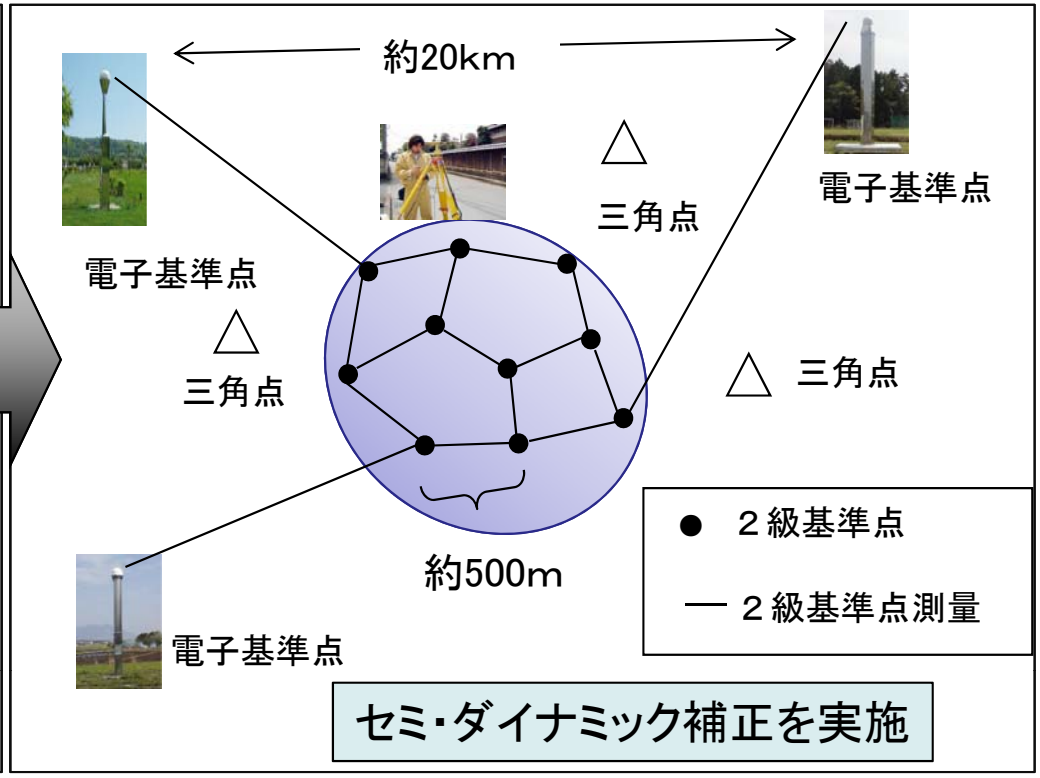
①電子基準点を利用し１級基準点を設置（４点）

②１級基準点等を利用し２級基準点を設置（６点）

マニュアル

①電子基準点を利用し同時に基準点を設置（10点）





3. 電子基準点を利用した基準点測量

○セミ・ダイナミック補正を実施する

セミ・ダイナミック補正は、地殻変動による歪みの影響を軽減し、測量成果の均一な精度を長期的に維持するために行う。

地殻変動による歪みの平均的な速度
→約0．2ppm／年 （相対位置のずれ→20km：約4mm／年） 10年で約4cm
◇平成22年1月に公共測量（1級基準点測量）へ導入→効果有り・手法定着

第10条2項
（途中省略）
なお、地殻変動補正パラメータは、測量の実施時期に対応したものを使用するものとする。

(2)地殻変動補正パラメータ・ファイル

地殻変動補正パラメータファイルは毎年追加して公表

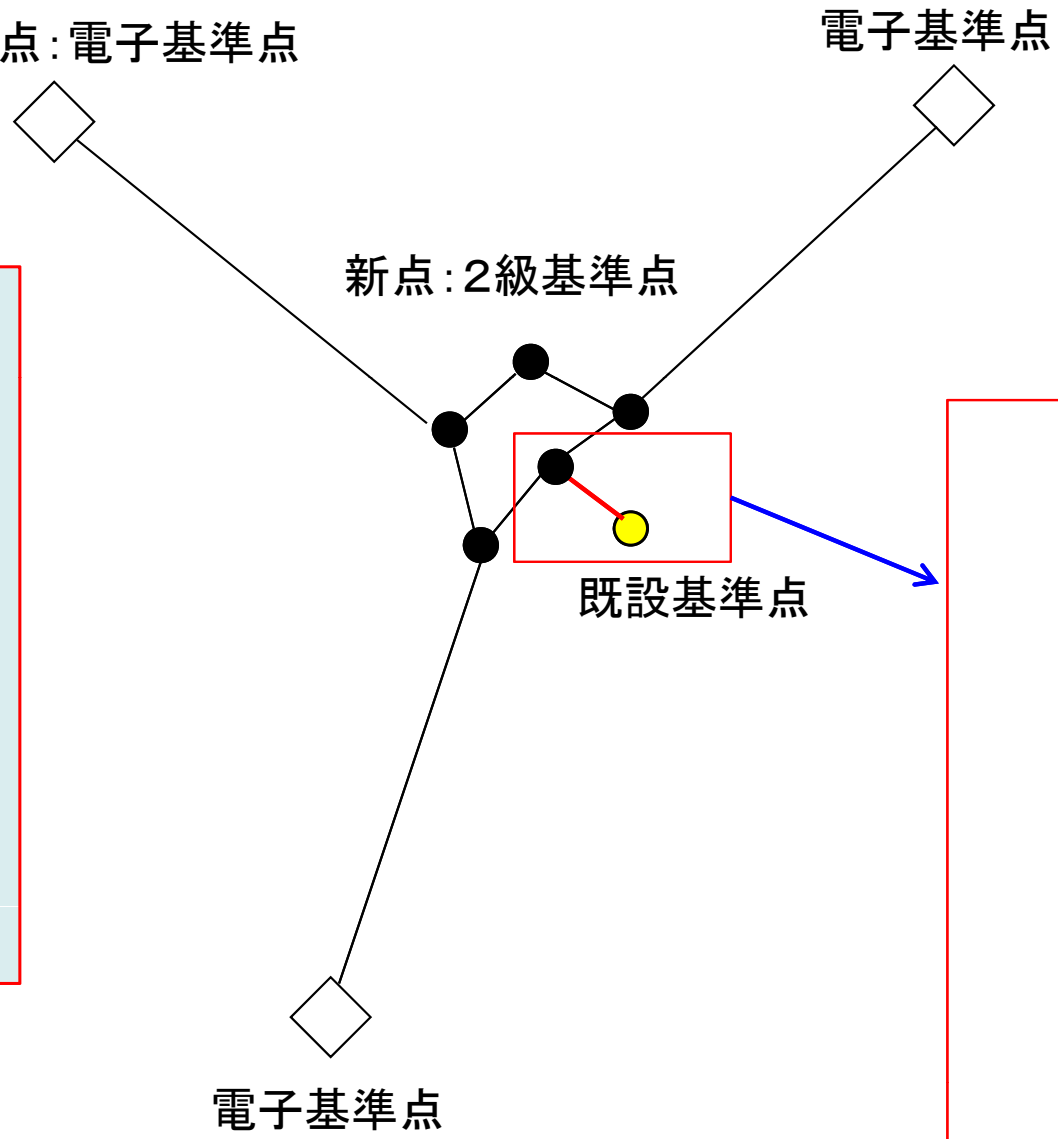
測量の実施時期に対応

ダウンロード	容量	ヘッダー情報	パラメータ範囲	備考
SemiDyna2013.par	約759KB	Ver.1.0.0	全国	適用期間：2013年4月1日～2014年3月31日 （北硫黄島、硫黄島、南硫黄島は提供範囲から除外しました）
SemiDyna2012.par	約760KB	Ver.1.0.0	全国	適用期間：2012年4月1日～2013年3月31日
SemiDyna2011.par	約760KB	Ver.1.0.0	全国	適用期間 電子基準点成果 改定地域 ：2011年3月11日（東北地方太平洋沖地震後）～2012年3月31日 電子基準点成果 非改定地域：2011年6月27日～2012年3月31日
SemiDyna2010.par	約760KB	Ver.1.0.0	全国	適用期間（東北地方太平洋沖地震のため年度途中で変更になっております。） 電子基準点成果 改定地域 ：2010年4月1日～2011年3月11日（東北地方太平洋沖地震前） 電子基準点成果 非改定地域：2010年4月1日～2011年6月26日
SemiDyna2009.par	約760KB	Ver.1.0.0	全国	適用期間：2009年4月1日～2010年3月31日

3. 電子基準点を利用した基準点測量

○ 必要に応じて既設基準点との点検のための観測を実施する

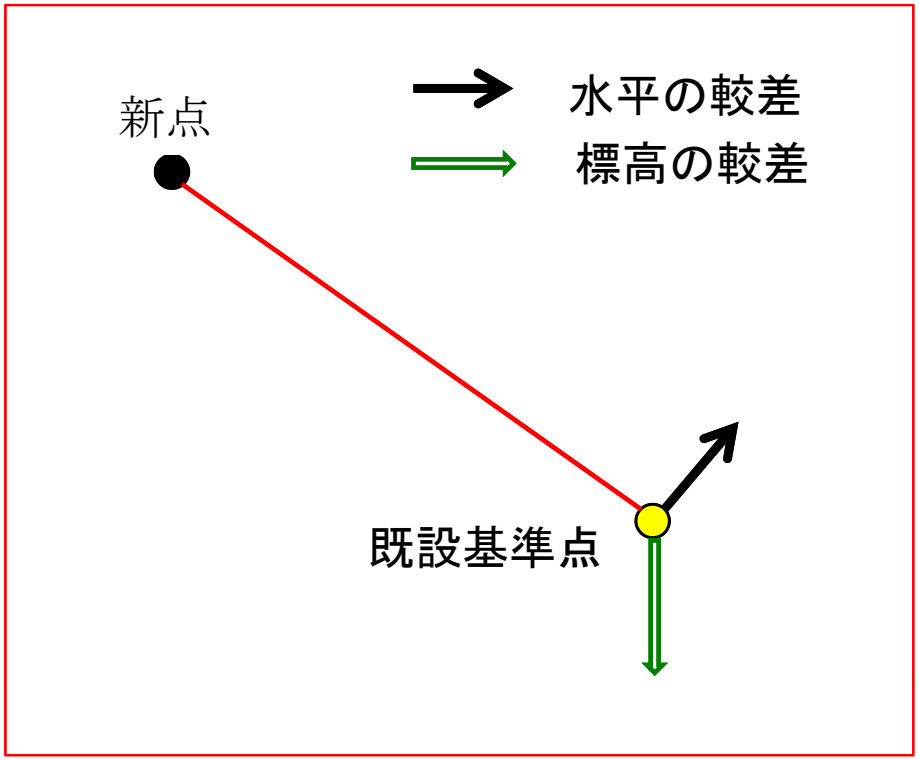
点検のための観測イメージ



結合多角方式による例
既知点3点
新点5点
既設基準点1点（点検観測）

計画機関が指示した場合
（整合性を確認）

点検値－成果値



この結果を当該計画機関に報告

（2）利用の例

○道路計画、道路管理

○河川計画、河川管理

○ダム計画、ダム管理

○用地測量

○土地区画整理

など、2級基準点の設置が必要な各種測量に利用できる。

既知点での観測を行わなくても基準点を設置することができる

（これまでの2級基準点測量との比較）
観測作業に係る期間、経費　→　約2～3割の短縮及び軽減

4. まとめ

◆利用者ニーズ（水準点不足、三角点が利用しにくい場所）

標高の測量

水準測量を行わなくても水準点を設置することができる

◆GNSS水準測量により簡便に3級水準点を設置
◆平成25年度は中国・四国・九州地方で適用、
平成26年度からは全国で適用
◆路線測量、災害対応、ダムの測量等での利用が可能

2級基準点測量

既知点での観測を行わなくても基準点を設置することができる

◆1級基準点を設置せずに直接2級基準点を設置
◆電子基準点を利用することで既知点での観測不要
◆セミ・ダイナミック補正の効果有り・補正手法定着

◆二つのマニュアルの利用拡大を図る
◆平成26年度に本格的な運用（効率化・低コスト化を推進）