

第12回マルチGNSSによる高精度測位技術の開発に関する委員会

# マルチGNSS測量マニュアル案の作成

平成27年3月20日

国土地理院測地観測センター

# 「マニュアル案」の持つ意味

## □ 公共測量「作業規程の準則」第17条に規定するもの

### 準則第17条

2 計画機関は、この準則に定めのない新しい測量技術を使用する場合には、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等に基づき確認するとともに、確認に当たっては、あらかじめ国土地理院の長の意見を求めるものとする。

3 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、当該マニュアルを前項の確認のための資料として使用することができる。

- マルチGNSS測量の方法等について、国土地理院が検証した結果に基づき、マニュアル化

# マルチGNSS測量マニュアル —近代化GPS、Galileo等の利用—

## □ 概説(抜粋)

- ✓ 測量分野でも、マルチGNSSの信号を賢く活用することで、ビル街や山間部等といった上空視界に制約がありGPSだけでは測量が難しい地域でも、測量できる場所や時間の拡大が期待されている。また、新しいL5信号を利用して3周波測位を行うことで、従来と同じ精度をより短い観測時間で達成することも期待されている。
- ✓ 本マニュアルは、このような期待に応えるべく、国土地理院が行った技術開発や実証実験に基づき、現在配備中のGNSSやL5信号の今後の利用の進展を想定し、GPS、GLONASS、Galileo及び準天頂衛星システムといったマルチGNSSの信号を単独もしくは複数組み合わせる測定により、新点である基準点の位置を定める作業方法を示したものである。
- ✓ 本マニュアルではL5やGalileo等の利用の他、上空視界に制約があるビル街等の観測条件の厳しい場所での利用を想定した、異なる衛星測位システム間で位相差をとる解析(統合解析: マニュアル案では統合処理)についても規定している。

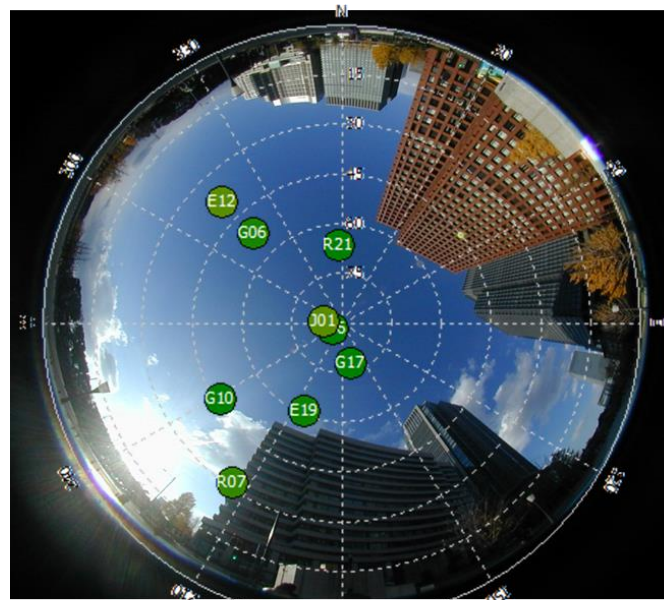
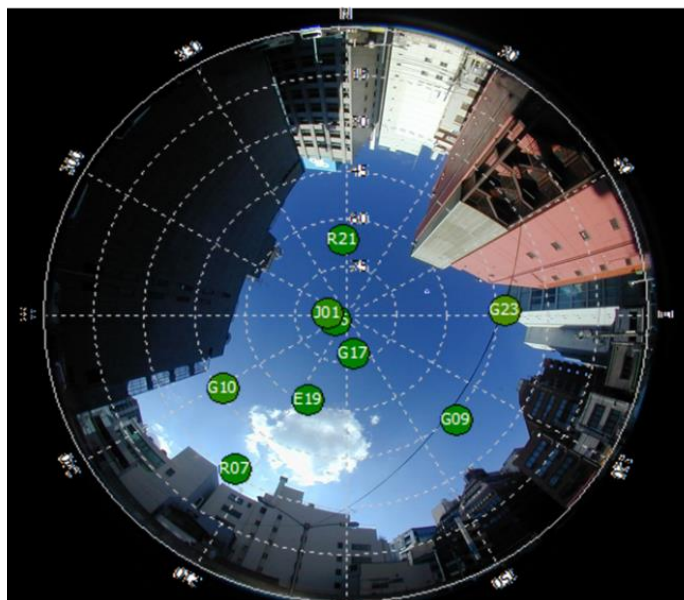
# マルチGNSSの効果(都市部での測位)

観測日時: 2014年12月14日 1:00-2:00(UTC)

観測場所: 東京丸の内(基線長1.5km)

解析手法: キネマティック L1のみ

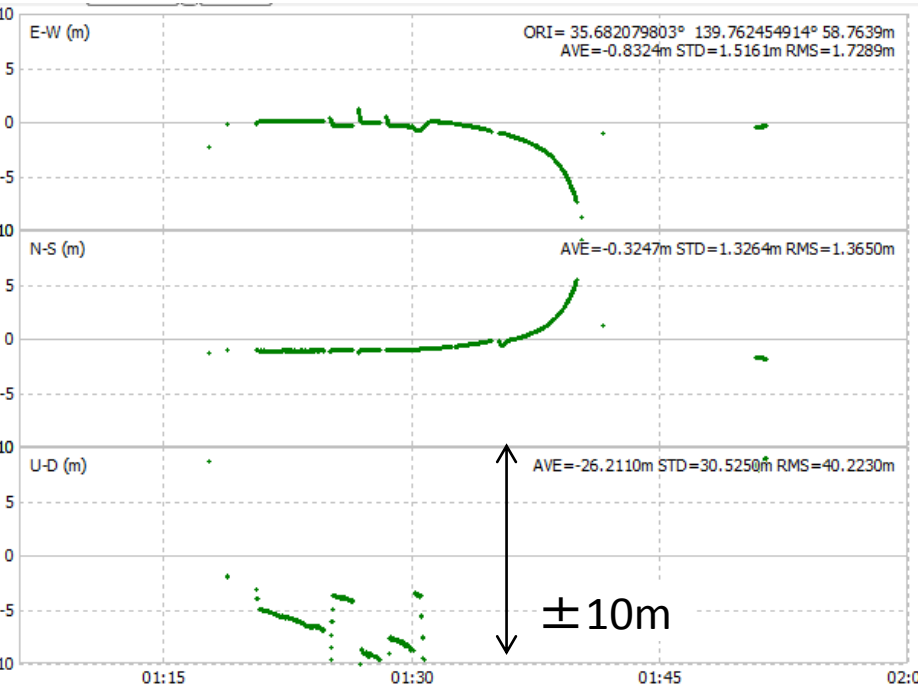
- ✓ ビルからの反射と考えられる信号は、信号強度マスクで除外
- ✓ 統合解析は、GPS-Galileo間のみ適用
- ✓ 共通で観測できているGalileoが1衛星だけのため、統合解析を用いないとGalileoは使用されない



# マルチGNSSのメリット

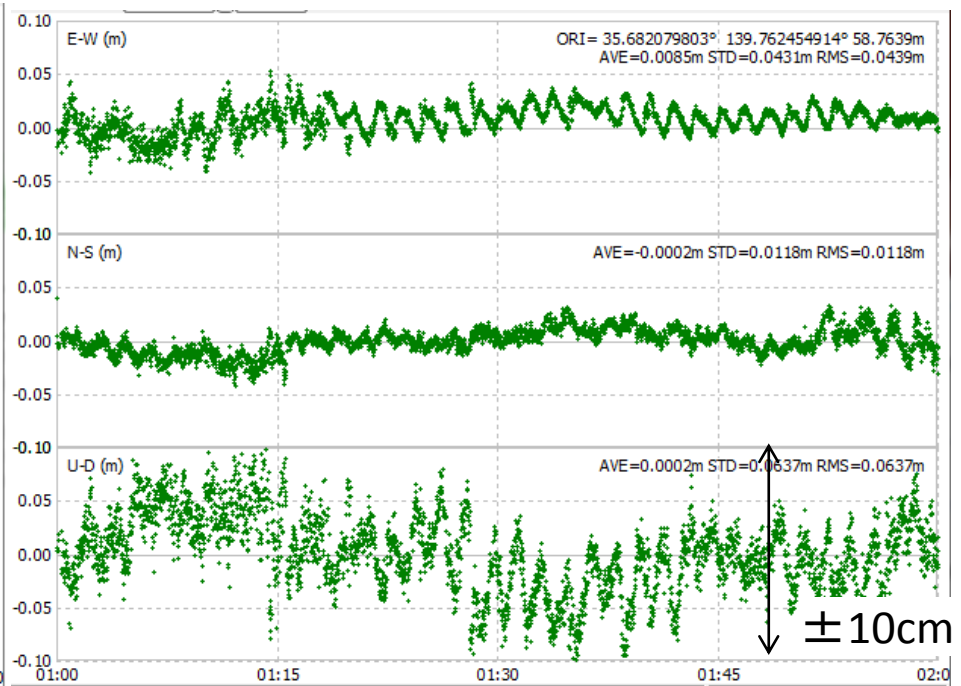
GPS

(STD[cm] EW151.6,NS132.6,UD3052.5)



GPS+GLONASS+QZSS+Galileo

(STD[cm] EW4.3,NS1.2,UD6.4)



Fix率 36.4%

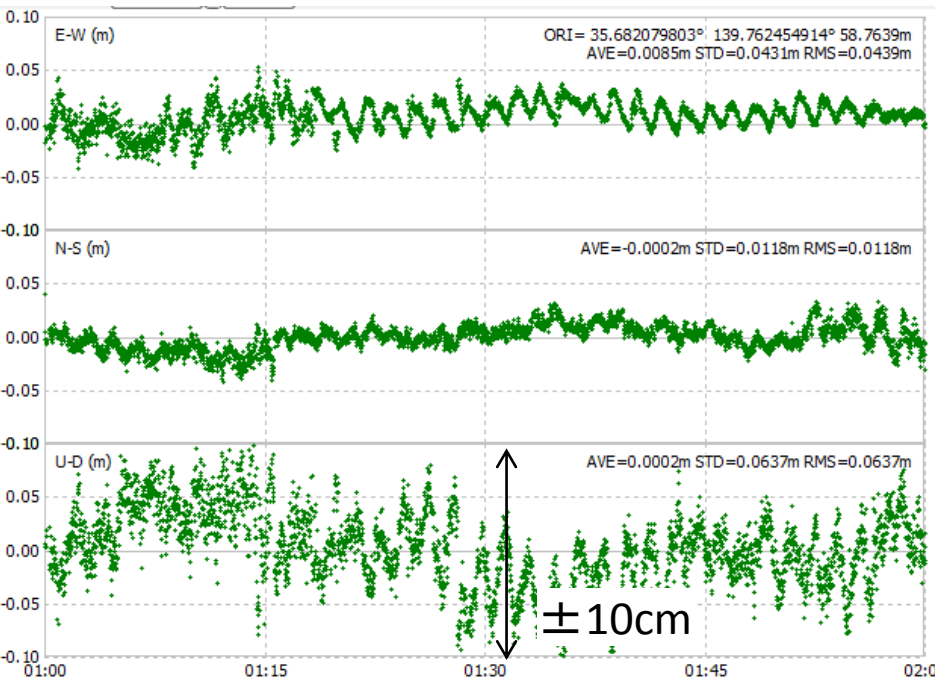
● Fix解 ● Float解

Fix率 99.7%

マルチGNSSの利用により測位できる時間帯が増加

# 統合解析のメリット

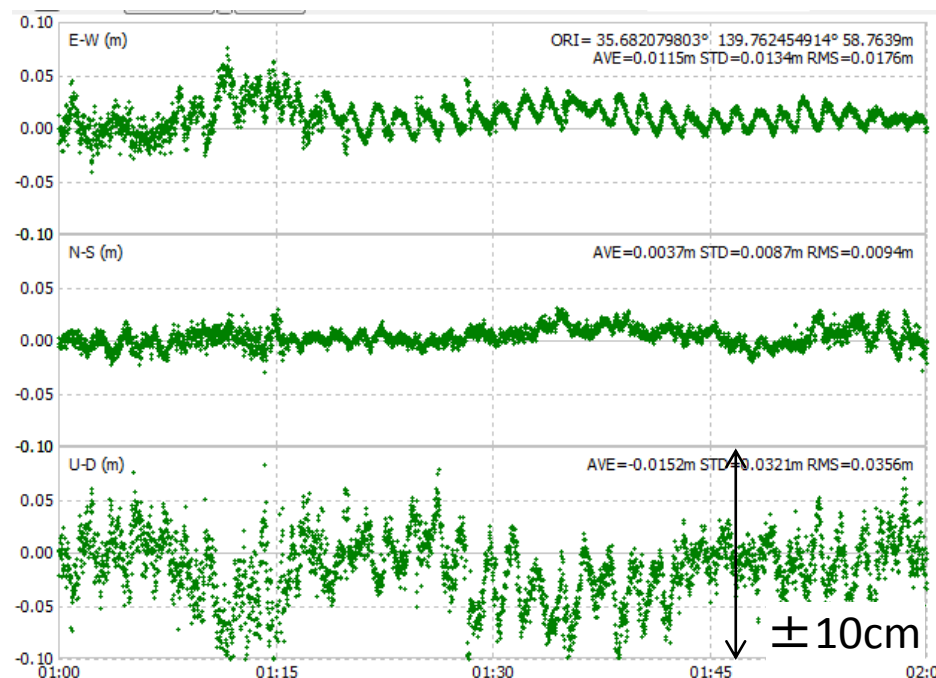
GPS+GLONASS+QZSS+Galileo  
(STD[cm] EW4.3,NS1.2,UD6.4)



Fix率 99.7%

● Fix解 ● Float解

GPS+GLONASS+QZSS+Galileo (統合解析)  
(STD[cm] EW1.3,NS0.9,UD3.2)



Fix率 99.9%

統合解析を利用することで、RMSが減少

# マニュアル案への規定を検討した項目

## □ マルチGNSS総プロの成果

### ✓ GLONASSの利用

- IFBの補正
- 統合解析 (ISBが受信機再起動により変化)

### ✓ 近代化GPS、QZSSの利用

- L2P(Y)-L2Cの1/4サイクルシフトの補正
- L5の利用 (1周波、3周波)

### ✓ Galileoの利用

- 混合解析
- 統合解析

# 検討の際に利用した観測データ

## □ GNSS比較基線場

日時：平成26年9月2日～17日

受信機：① Trimble NetR9

② JAVAD DELTA-G3T

アンテナ：JAVAD GrAnt-G3T

解析ソフトウェア：GSILIB, RTKLIB

解析設定：

電離層補正 - estimation

対流圏補正 - Saastamoinen

衛星軌道・時計 - 放送暦

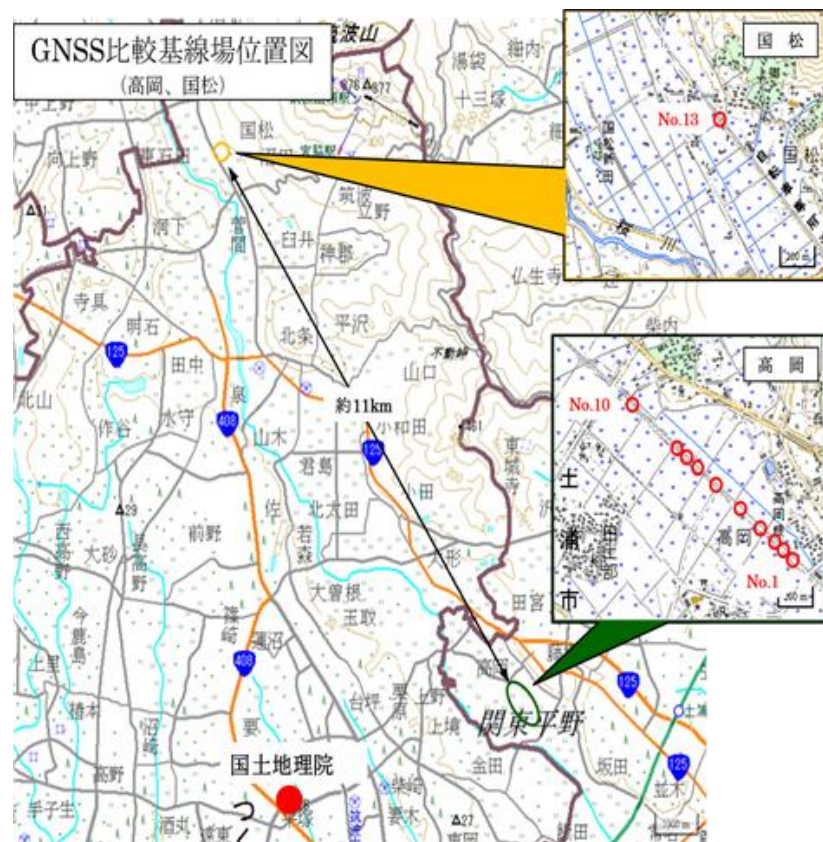
## □ 電子基準点

日時：平成27年2月17日～18日

受信機：Trimble NetR9

アンテナ：Trimble GNSS チョークリングアンテナ

電子基準点：131194中伊豆A、93048小室山、950304常滑1  
960632常滑2、960631知多





# 検討結果 (GLONASSの利用)

## □ IFBの補正

- ✓ 市販のソフトウェアによって、自動で補正されるため、マニュアル案に規定する必要は無い

## □ 統合解析 (ISBが受信機再起動により変化)

- ✓ ISBが再起動で変動する要因が不明確であり、将来的に問題が発生する可能性があるため、マニュアル案への規定を見送る

# 検討結果(近代化GPS、QZSSの利用)

## □ L2P(Y)-L2Cの1/4サイクルシフトの補正

- ✓ IFBと同様に、市販のソフトウェアによって、自動で補正されるため、マニュアル案に規定する必要は無い

## □ L5の利用(1周波)

- ✓ L5の1周波測位が、電離層の影響をL1に比べ受けやすいこと(検証結果:次スライド)、L5を発信している衛星はL1を発信しているため同じ衛星を用いてL1の1周波測位が可能であることから、マニュアル案への規定を見送る

## □ L5の利用(3周波)

- ✓ 最小衛星数で検証を行い、3周波測位を行う場合、必要な観測時間を90分以上と規定する(検証結果:次スライド)

# 試験観測の結果(近代化GPS、QZSSの利用)

## □ L5の利用(1周波)

- ✓ 解析はGPS BLOCK IIF、QZSS、Galileoを利用
- ✓ 現行の測量作業で1周波の利用が認められている10kmの基線長で検証

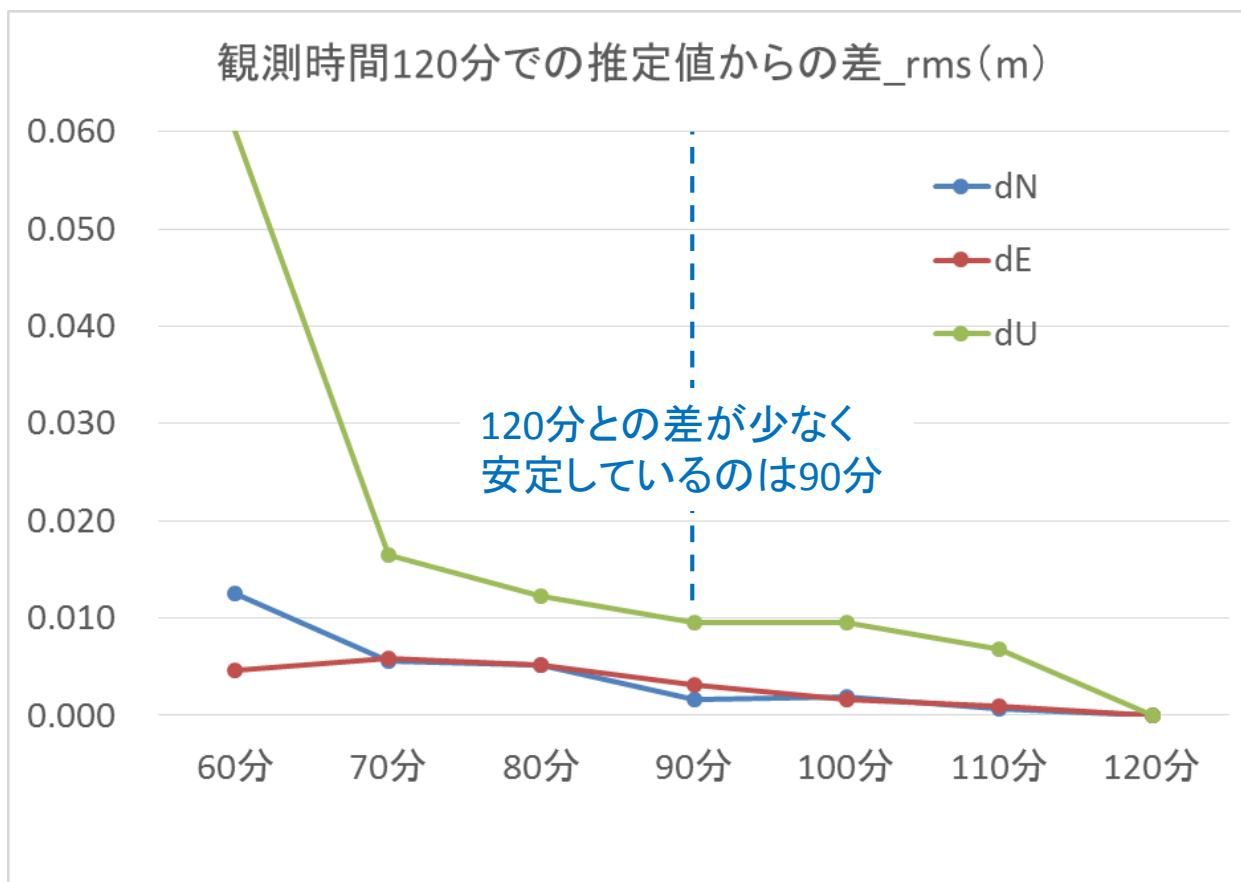
	F3から差の絶対値_平均							
	L5				L1			
基線長	解析数	dN(m)	dE(m)	dU(m)	解析数	dN(m)	dE(m)	dU(m)
10.3km (比高:129m)	4	0.005	0.007	0.019	4	0.004	0.004	0.016
9.3km (比高:8m)	4	0.007	0.005	0.010	4	0.005	0.004	0.005
9.6km (比高:27m)	4	0.010	0.007	0.014	4	0.007	0.006	0.009

組み合わせ	観測日時	L5			L1		
		dN(m)	dE(m)	dU(m)	dN(m)	dE(m)	dU(m)
960632常滑2－ 960631知多 (基線長:9.3km, 比高:8m)	2月17日 15:30～16:30	0.011	-0.004	0.011	0.009	-0.004	0.007
	2月17日 19:00～20:00	-0.009	-0.003	-0.001	-0.005	-0.004	0.004
	2月18日 15:30～16:30	-0.005	0.000	0.014	0.000	0.000	0.008
	2月18日 19:00～20:00	0.004	-0.014	-0.015	0.005	-0.008	-0.001

# 試験観測の結果(近代化GPS、QZSSの利用)

## □ L5の利用(3周波)

- ✓ 解析はGPS BLOCK IIF、QZSSを利用
- ✓ L1+L2からの拡張のため長距離(基線長10km以上)の解析



# 検討結果 (Galileoの利用)

## □ 混合解析

- ✓ 同時に2機の観測が必要だが、Galileoを利用する通常の手法としてマニュアル案に規定する (検証結果: 次スライド)

## □ 統合解析

- ✓ 観測条件のより厳しい場所向けとして、マニュアル案に規定する
- ✓ ISB補正が必要な基線解析を行う場合、測量作業前後に使用する受信機間のISBを推定することをマニュアル案に規定する (ISB補正が不要: 受信機の機種、内部ボードの型、ファームウェアのversionがそれぞれ同じ)

# 試験観測の結果 (Galileoの利用)

## □ 混合解析

- ✓ Galileoが2機以上観測できる時間で実施
- ✓ 2周波(L1+L5)の解析はGPS BLOCK IIF、Galileoを利用

観測方法	解析数	周波数	成果から差の絶対値_平均		
			dN(m)	dE(m)	dU(m)
スタティック 1級2周波 (11.7km)	2	L1+L5	0.006	0.009	0.023
スタティック 1級1周波 (1km)	4	L1	0.006	0.004	0.001
スタティック 2級1周波 (500m)	2	L1	0.001	0.002	0.001
スタティック 3級1周波 (200m)	2	L1	0.002	0.001	0.003
スタティック 4級1周波 (30m)	4	L1	0.001	0.001	0.002
短縮スタティック 3級1周波 (200m)	6	L1	0.002	0.001	0.004
キネマティック 3級1周波 (200m)	4	L1	0.003	0.002	0.002
RTK 3級1周波 (200m)	4	L1	0.003	0.001	0.003

# マニュアル案と準則改正

## □ 平成26年度

- ✓ マニュアル案作成のための検討委員会(3回)
- ✓ マニュアル案の作成

準則17条第2項の申請時に、本マニュアルを添付することで、マルチGNSS測量を実施可能

## □ 平成27年度以降

- ✓ マニュアル案の普及
- ✓ 準則改正のための検討委員会開催
- ✓ 改正案作成、パブリックコメント
- ✓ 作業規程の準則改正

準則に定める通常的方式として、マルチGNSS測量を実施可能