

第1回GNSS測位技術懇話会
中央電気倶楽部(大阪・堂島)
2016年5月20日

準天頂衛星を用いたセンチメートル級測位 - 利用実証の最新動向 -

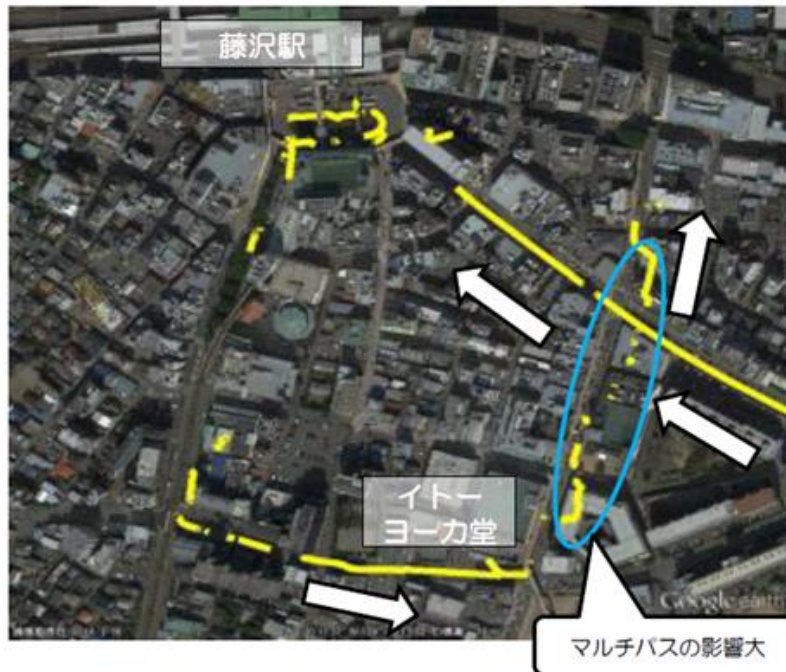
一般財団法人 衛星測位利用推進センター
高度利用技術部長 浅里 幸起

● 自立航法を複合したセンチメートル級測位	・・・ 3
● 国道試験ルートにおける測位実証実験	・・・ 4
- 使用した測位受信機	・・・ 5
- FIX状態ではセンチメートル級の正確度	・・・ 6
- FLOAT状態ではデシメートル級の正確度	・・・ 7
- 測位誤差評価	・・・ 8
● ISO 18197 センチメートル級測位の国際規格	・・・ 9
- ISO 18197 システム構成	・・・ 10
- ISO 18197 補強衛星の多様性	・・・ 11
- ISO 18197 センチメートル級とメートル級の同時使用	・・・ 12
● NMEA 0183規格へのQZSS仕様の反映	・・・ 13
- 略語	・・・ 14

自立航法を複合したセンチメートル級測位

センチメートル級測位補強サービスを用いて、自立航法を複合した衛星測位を行うと、測位率100%の高精度測位が実現できる。

衛星測位のみ



測位結果

自律航法複合測位*



(注) * : 慣性航法および車速パルスを複合

測位結果

(神奈川県藤沢市 JR藤沢駅前付近)

国道試験ルートにおける測位実証実験

(1) 概要

- 新潟県内の国道における除雪車走行ルートにて実施した測位実験の結果を報告する。準天頂衛星システム(QZSS)を活用した利用実証用センチメートル級測位補強システム(CMAS)の補強情報を用いて、自立航法を複合した二周波搬送波測位を実施した。

(2) 実験日

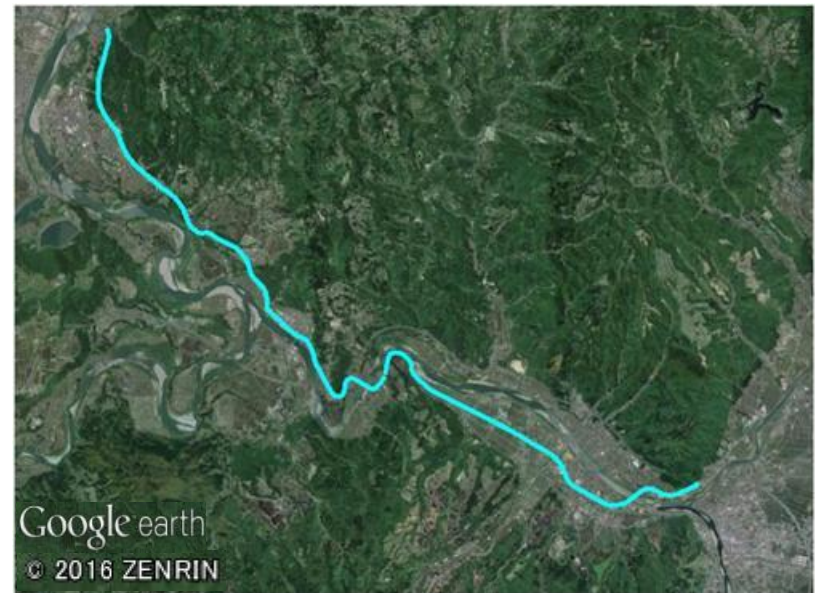
- 2016年3月31日(木)

(3) 走行経路

- 新潟県堀之内工区

(4) 補強情報配信方法

- 準天頂衛星からのL6配信を模擬した地上配信
(QZS-1が低仰角のため代用)



走行経路全体図

使用した測位受信機

本実験では、自立航法を複合した測位受信機「AQLOC」を使用した。
この端末は1つのアンテナで、L1/L2/L6 信号を受信できる。



AQLOCの外観

使用した測位受信機

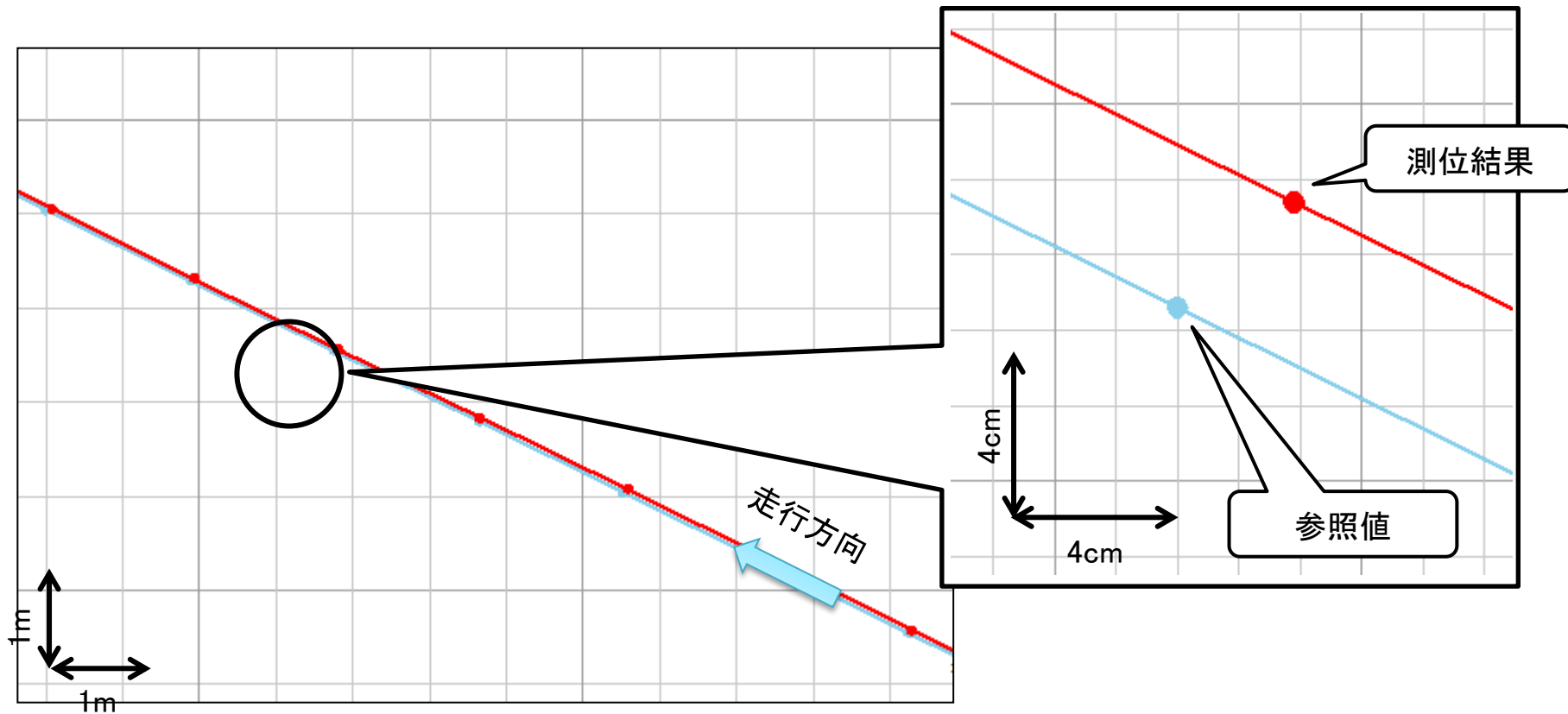


端末	AQLOC 衛星測位のみ	AQLOC 自立航法複合
測位誤差*	水平 6 cm RMSE 垂直 12 cm RMSE	
自立航法複合	なし	慣性航法 (IMU) 車速パルス信号
出力レート	最大10Hz	最大10Hz
GNSSアンテナ	付属	付属
外部信号取込み	なし	あり

(注) * : 衛星数・配置が良好で電離層等伝搬路が静穏であり、遮蔽やマルチパスの影響が無視できる場合 (FIX時)。

FIX状態ではセンチメートル級の正確度

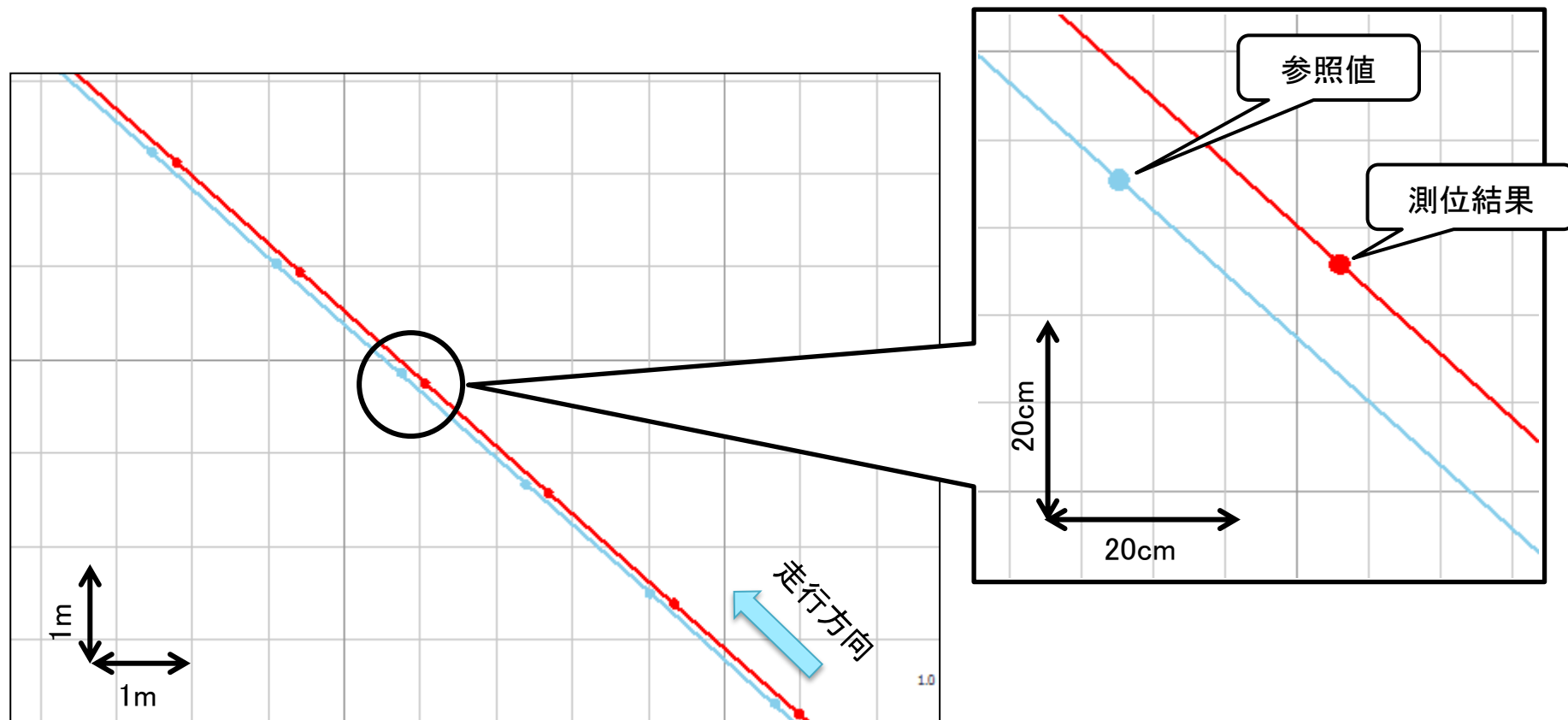
自立航法を複合した搬送波測位がFIX状態である時には、センチメートル級の測位結果となった。



走行軌跡(赤:CMAS測位、水色:ネットワーク型RTK測位)

FLOAT状態ではデシメータ級の正確度

自立航法を複合した搬送波測位がFLOAT状態である場合など、FIX以外の時には、デシメータ級の測位結果となった。



走行軌跡(赤:CMAS測位、水色:ネットワーク型RTK測位)

測位誤差評価

- 参照値としたネットワーク型RTK測位（FKP方式）の後処理測位結果（FIX解）と比較し、CMASを用いた測位結果の差を算出した。
- FIX状態では、センチメートル級の測位結果を取得しており、FIX以外の状態においてもデシメートル級の測位結果を取得することができた。

ネットワーク型RTK測位（FKP方式）に対するCMAS測位の差

CMAS測位 状態	RMS誤差 [cm]	標準偏差 [cm]	偏り [cm]
FIX	3.3	1.5	3.0
FIX以外	29.6	21.2	20.6
全体	22.0	18.0	12.6

SPACで開発したセンチメートル級衛星測位補強技術が、2015年にISO規格に制定された。



INTERNATIONAL
STANDARD

ISO
18197

First edition
2015-05-01

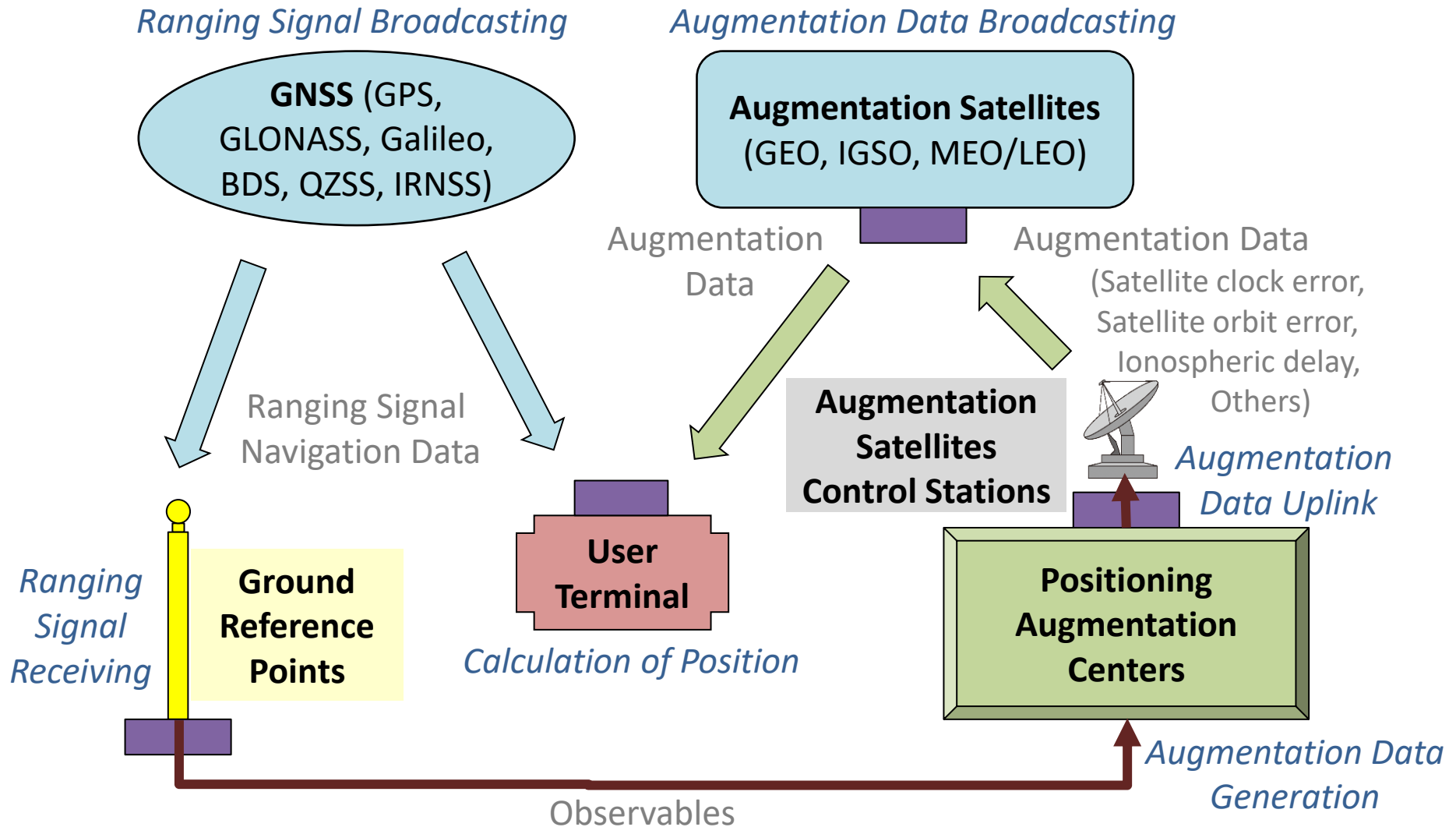
センチメートル級測位に関する衛星利用サービス要求事項

**Space systems — Space based
services requirements for centimetre
class positioning**

*Systèmes spatiaux — Exigences de services fondés sur l'espace pour le
positionnement de la classe centimètre*

ISO 18197 システム構成

日本型のセンチメートル級測位システムの構成が、ISO規格として国際標準となった。



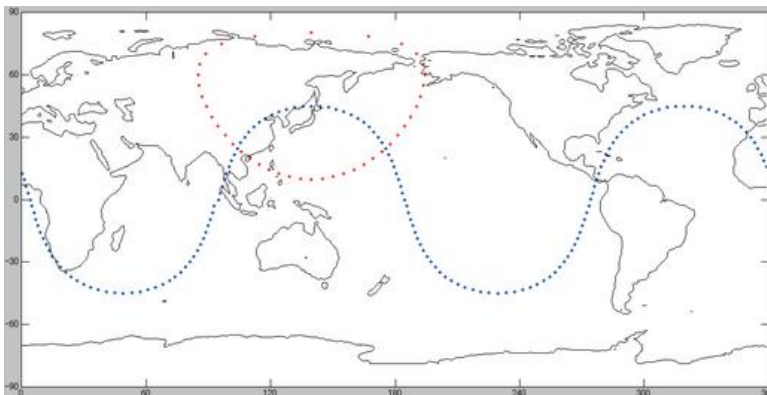
NOTE Bold : Facilities, *Italic* : Primary Functions, Normal : Signal/Data

ISO 18197 補強衛星の多様性

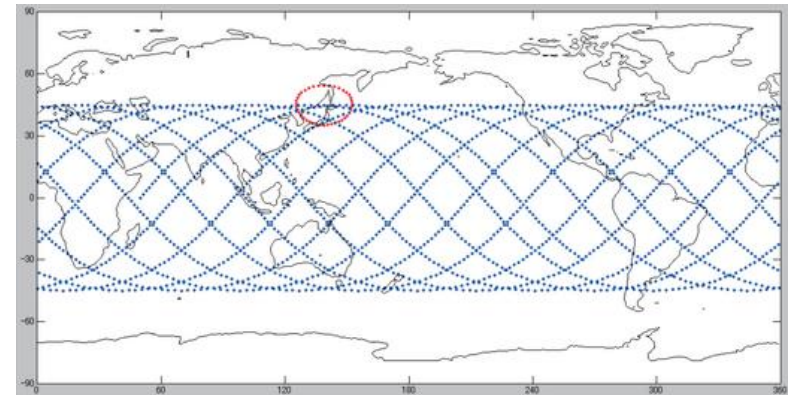
ISO18197規格 では、補強衛星としては静止衛星(GEO), 準天頂軌道衛星(IGSO), Galileo のような中軌道衛星(MEO)や低軌道衛星(LEO)を規定している。これは、センチメートル級測位の将来像を示しているといえる。

Table D.1 — Example of orbit constellation of augmentation satellites

No.	Inclination (°)	Orbit period (hr)	Orbit height (km)	Approximate observable time per each satellite (hr)	Sat. number	Orbit plane number	Sat. number per each orbit plane	Phase difference between orbit planes (°)	Remarks
1	0	24	35 863	24	1	1	1	0,0°	GEO
2	45	24	35 863	8	3	3	1	multiple of 120,0° ≤ 240,0°	IGSO
3	45	12	20 232	4	6	3	2	multiple of 60,0° ≤ 120,0°	MEO (GPS sat.)
4	45	8	13 929	2	12	4	3	multiple of 30,0° ≤ 90,0°	MEO (Molniya sat.)
5	45	6	10 385	1,5	16	4	4	multiple of 22,5° ≤ 67,5°	MEO
6	45	4	6 415	1	24	6	4	multiple of 15,0° ≤ 75,0°	MEO
7	45	1,9	1 400	0.5	48	6	8	multiple of 7,5° ≤ 37,5°	LEO



No.3 : GPS型の中軌道衛星(MEO)の場合



No.7 : 低軌道衛星(LEO)の場合

ISO18197規格には、センチメートル級測位が、メートル級測位にも有効であることが記述されている。

5.4 Operation

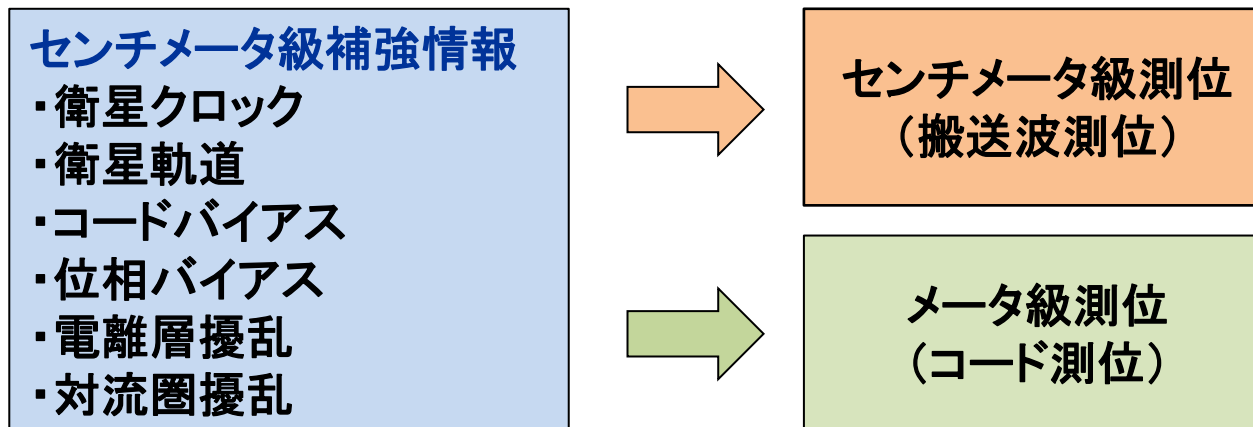
5.4.1 Simultaneous operation

The centimetre class augmentation data can also be used as the metre class augmentation data at the same time. Therefore, this system enhances the operational variation.

5.4 運用（仮訳）

5.4.1 同時運用

センチメートル級補強データはまた、同時にメートル級補強データとして使用することができる。従って、本システムは運用の多様性を増進する。



NMEA 0183 規格へのQZSS仕様の反映

衛星系	Talker ID	衛星番号	備考
GPS	GP	1-99 1-32 : GPS 33-64 : SBAS	日本のMSASと欧州のEGNOSはここに採番
GLONASS	GL	1-99 33-64 : SBAS 65-99 : GLONASS	
Galileo	GA	1-99 1-36 : Galileo satellite 37-64 : Galileo SBAS	
BDS	BD	1-99 1-35 : BDS	
QZSS	QZ	1-99 1-9 : QZSS Satellite 55-64 : QZSS SBAS	PRN番号を16進数表示した下位6ビット (例 PRN183→55)
複数衛星系	GN		

適用センテンス : GGA, GSA, GSV, GNS, GRS, GMP, GST, GBS, ALM

BDS	BeiDou satellite navigation System
CMAS	CentiMeter-class Augmentation System (with GNSS)
FKP	Flächen Korrektur Parameter (in German)
GNSS	Global Navigation Satellite System
IGSO	Inclined GeoSynchronous Orbit satellite
IRNSS	Indian Regional Navigation Satellite System
IMU	Inertial Measurement Unit
ISO	International Organization for Standardization
LEO	Low Earth Orbit satellite
MEO	Medium Earth Orbit satellite
PRN	Pseudo-Random Noise code
QZSS	Quasi-Zenith Satellite System
RMS	Root Mean Square
RMSE	Root Mean Square Error
RTK	Real-Time Kinematic (GNSS) positioning
SBAS	Satellite Based Augmentation System (with GNSS)
SPAC	Satellite Positioning research and Application Center