



-
1. 衛星測位
 - (1) 衛星測位とは
 - (2)

PNT
SLAS
CLAS

複数の衛星を用いて、ユーザに正確な位置、時刻を、リアルタイムに提供する技術 衛星を基準とした三点測距(or三辺測量)の応用

Pseudorange

X, Y, Z
T :

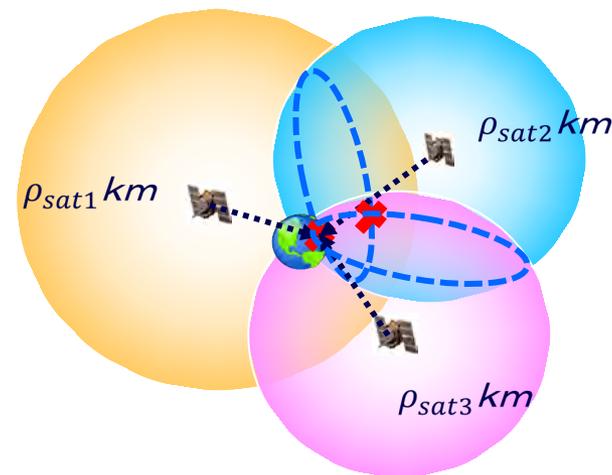
4

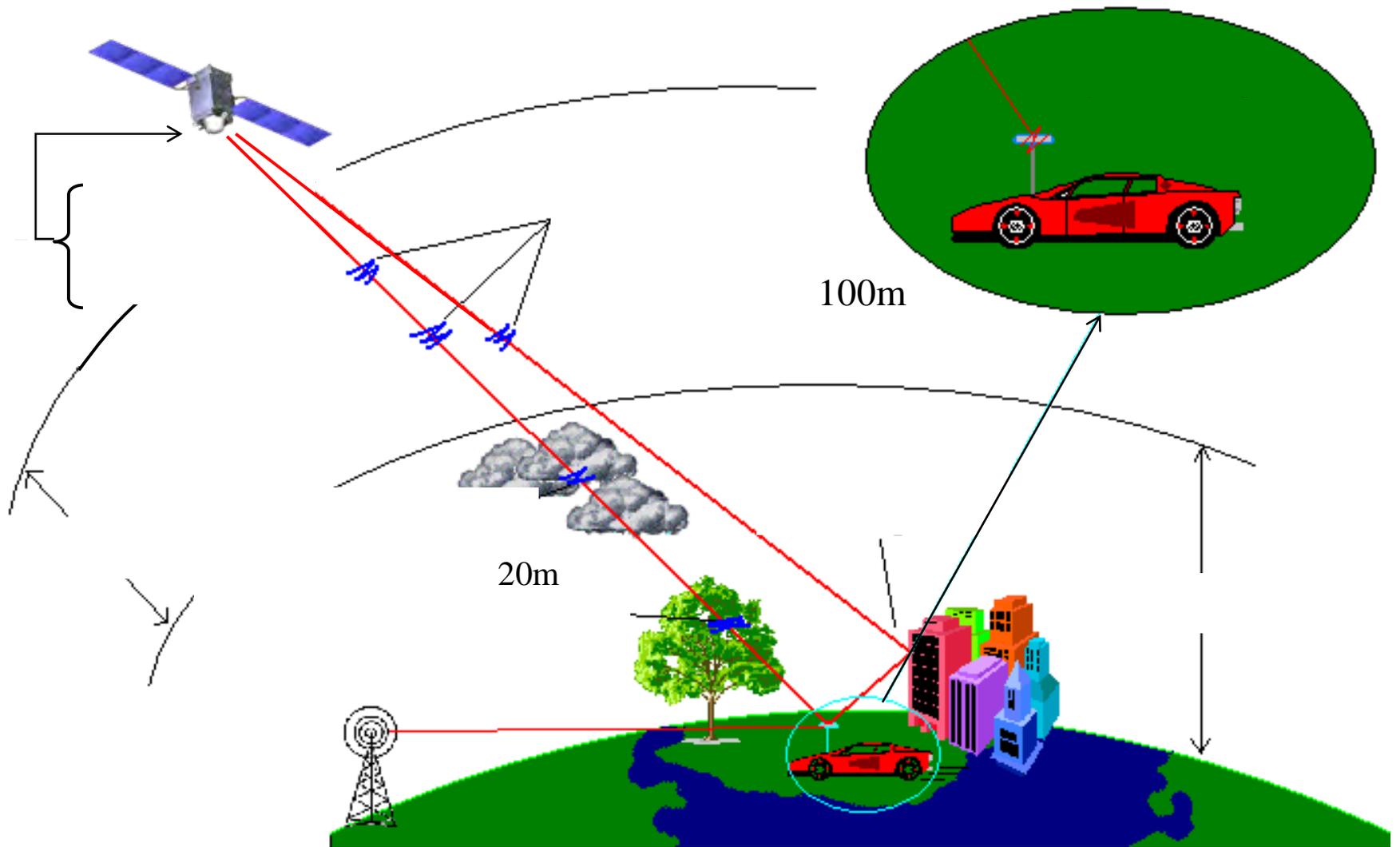
X, Y, Z, T

■ 擬似距離

$$\begin{aligned} \rho &= [(t_r - \delta t) - t_s] \times c + \varepsilon \\ &= (t_r - t_s) \times c - \delta t \times c + \varepsilon \\ &= \sqrt{(x_s - x_r)^2 + (y_s - y_r)^2 + (z_s - z_r)^2} - T + \varepsilon \end{aligned}$$

- ρ : 擬似距離
- t_r : 信号受信時刻
- t_s : 信号送信時刻
- δt : 受信機クロックバイアス、 T : 距離換算した受信機クロック誤差
- c : 光速(=秒速300000km)
- x_s, y_s, z_s : 衛星の位置座標@信号送信時
- x_r, y_r, z_r : 受信機の位置座標@信号受信時
- ε : ノイズ、その他の誤差

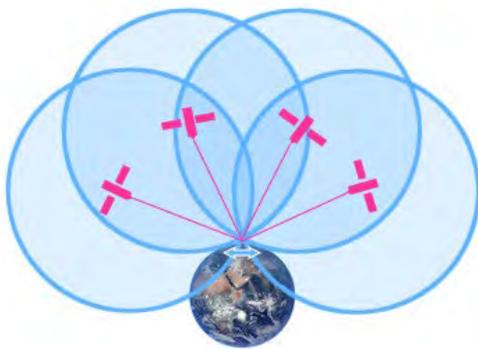




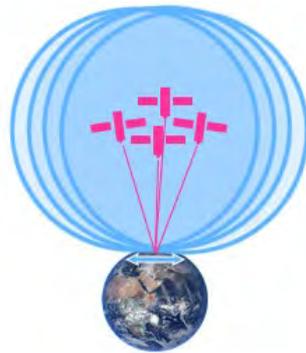
各誤差をいかに低減できるかが測位精度に効く

$$\sigma_{\text{position}} = DOP \times \sigma_{\text{observation}}$$

Dilution of Precision



DOP



DOP

衛星測位の誤差配分の例

HDOP(*1)		2.6
		0.38 m
	(*2)	0.15 m
	(*3)	0.35 m
		1.0 m

*1 DOPのうち、水平方向成分

*2 衛星の軌道伝搬誤差・時刻伝搬誤差等、信号そのものに起因する誤差

*3 伝搬誤差(電離層・対流圏遅延等)や受信機ノイズ等に起因する誤差

良好な測位精度を得るためには良好なDOPを得ることのできる衛星コンステレーションが必要

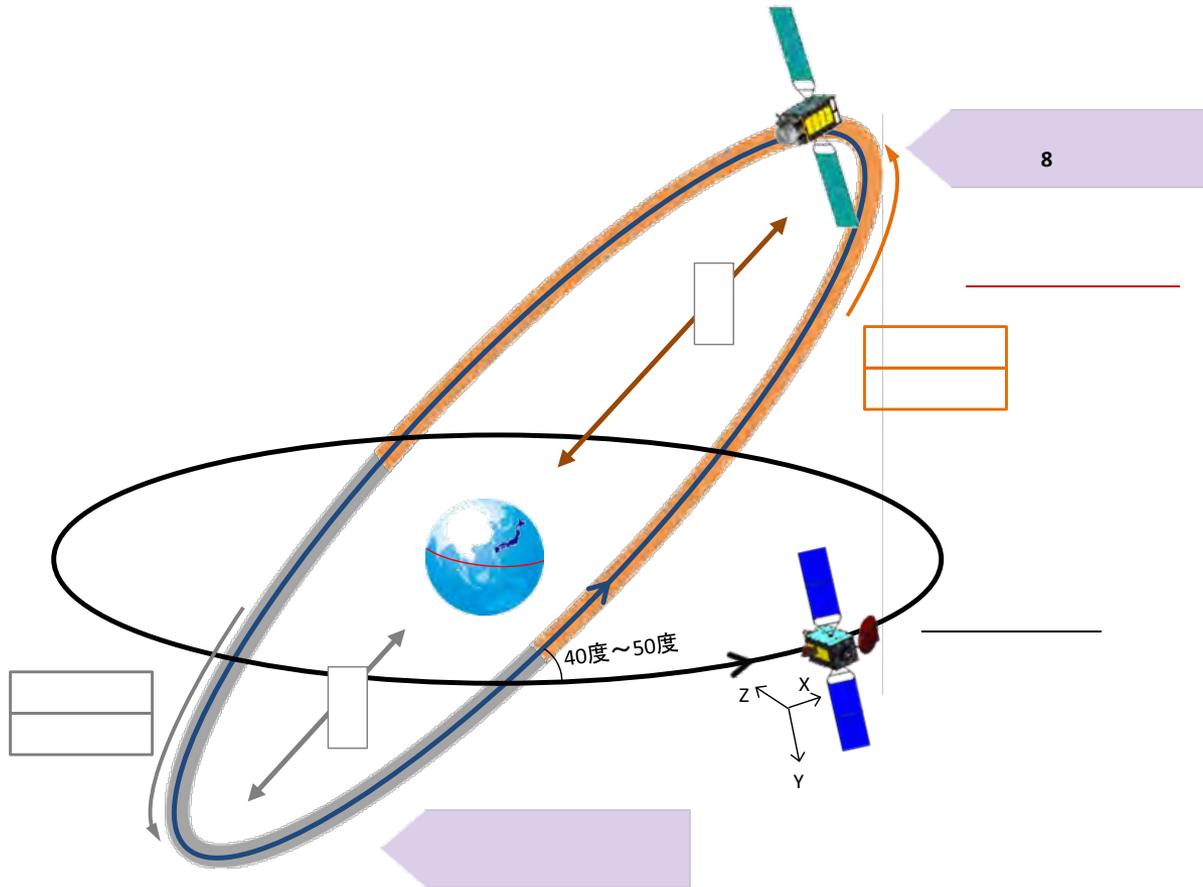
- 3.6 Km

40 50

0.075

2

- 3



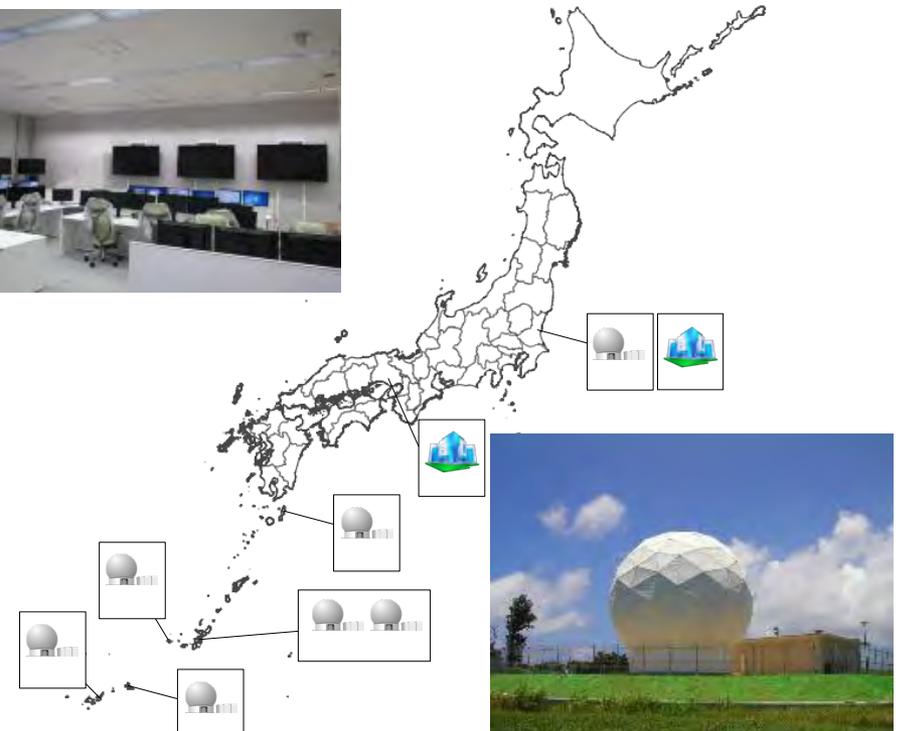
【主管制局】

局名	備考
常陸太田	主局
神戸	副局



【追跡管制局】

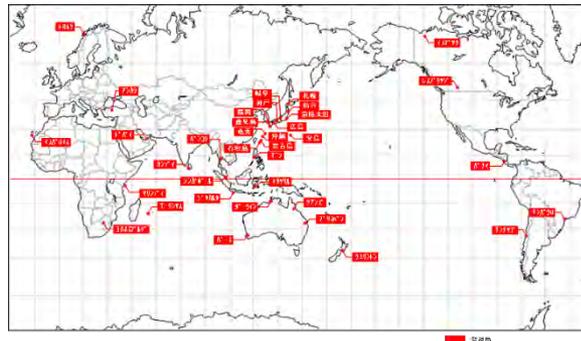
局名	局識別	備考（適宜変更する）
常陸太田	C/Ku局	バックアップ局
種子島	C/Ku局	QZS3 (GEO) 主局
沖縄	C局	QZS4主局
久米島	C局	QZS2主局
宮古島	C/Ku局	バックアップ局
石垣島	C局	QZS1主局
(新設中)	C局	精度向上対応の局を整備中



主管制局&追跡管制局 配置マップ

【監視局】

国内13局
海外23局



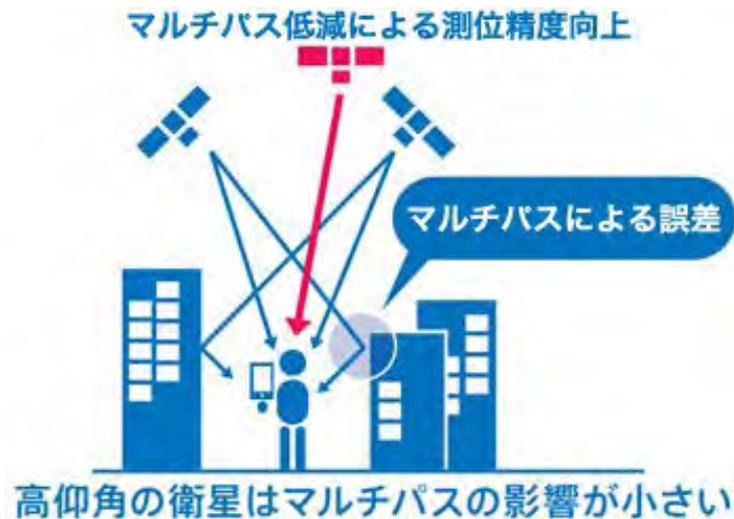
(3) 補完サービス ~PNT~

GPS

GPS

DOP

DOP



位置精度：低

位置精度：高



衛星配置による測位精度向上

(3) 補完サービス ~PNT~

-

-

- 1

- L1C/A L2C L5



② 1周波の信号による電離圏誤差の改善

-

KLOBUCHAR

- GPS

- 1

- 2

-

KLOBUCHAR

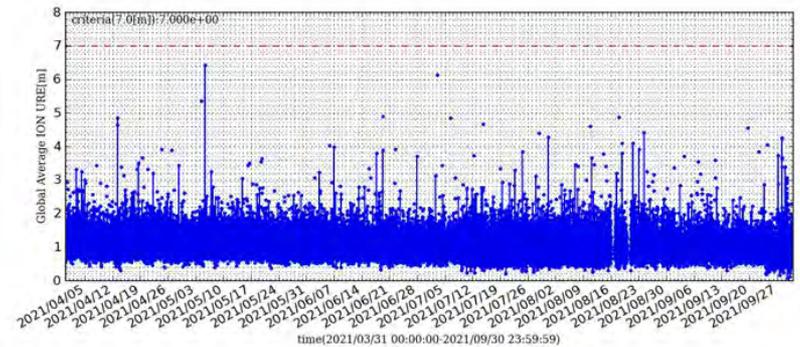
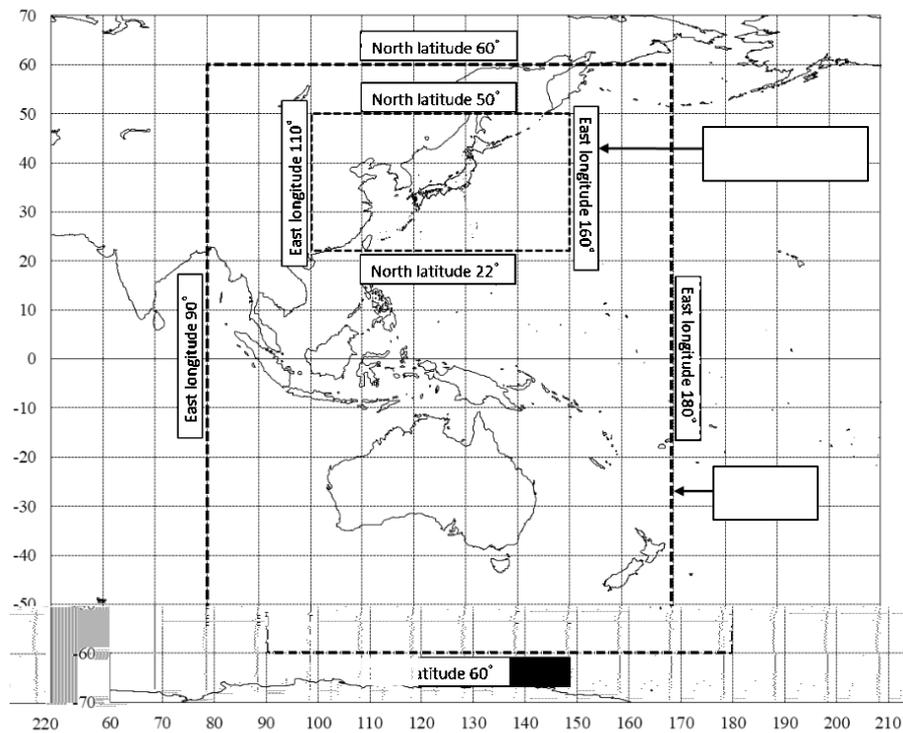
(3) 補完サービス ~PNT~

2021/4/1 2021/9/30

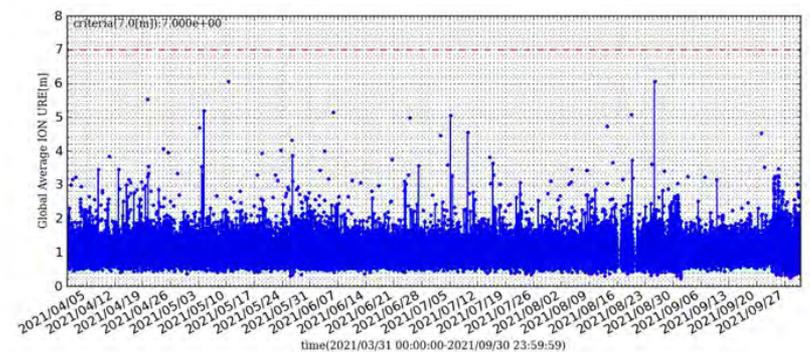
PNT

URE $\leq 7.0\text{m}(95\%)$

FY2021



URE

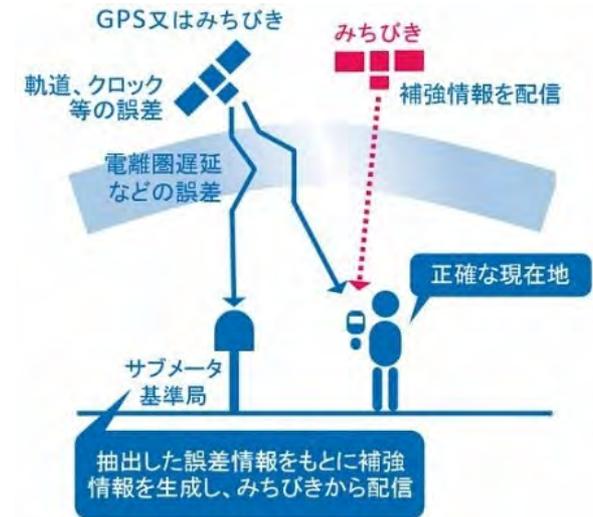


URE

(4) 補強サービス ～SLASとCLAS～

- SLAS Sub-meter Level Augmentation Service

- DGPS L1S
- GPS L1-C/A QZSS L1-C/A



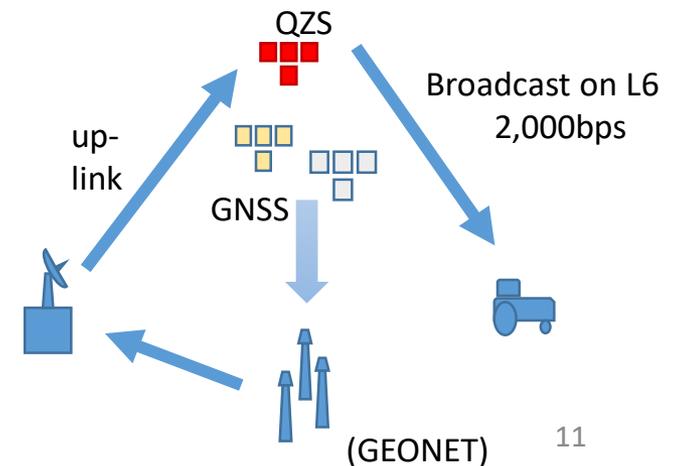
- CLAS Centimeter Level Augmentation Service

- PPP-RTK L6D

GPS: L1C/A, L1C, L2P, L2C, L5

QZSS: L1C/A, L1C, L2C, L5

Galileo: E1B, E5a



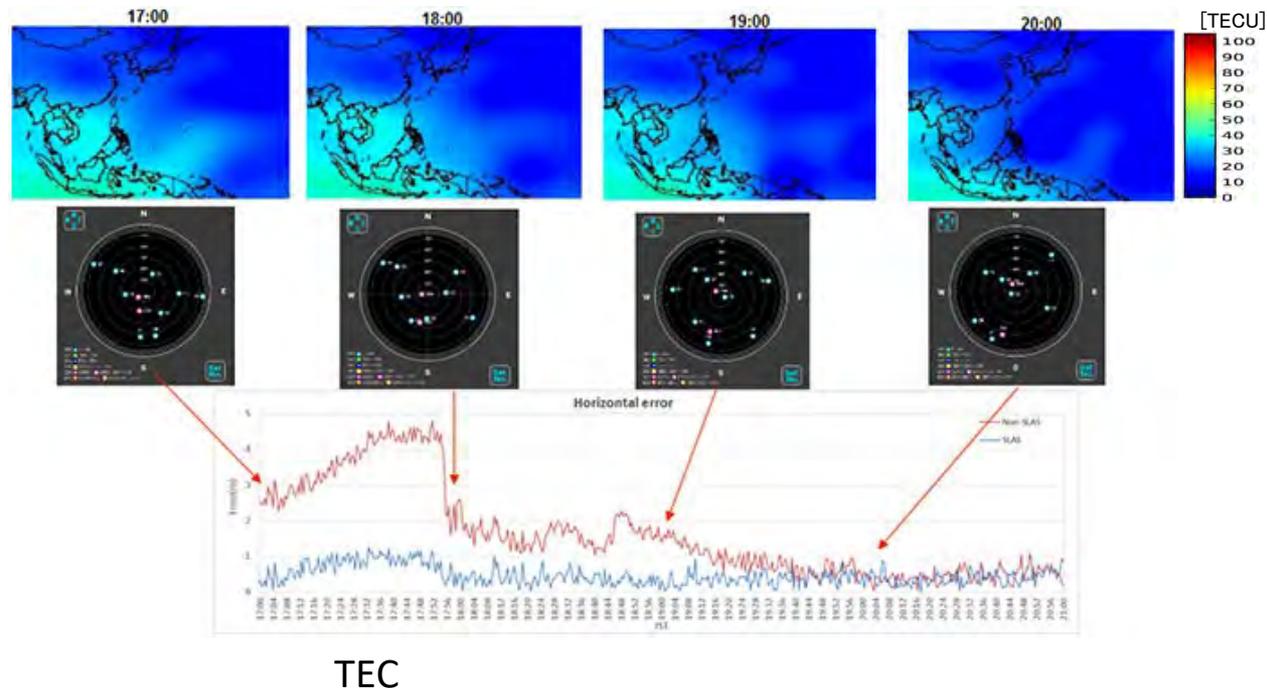
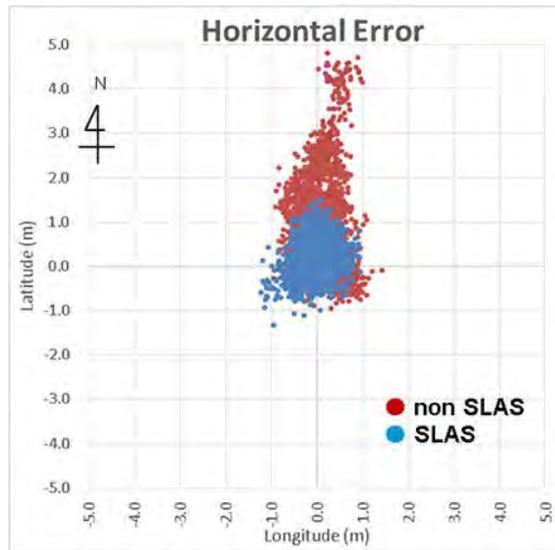
(4) 補強サービス ~SLAS~

- SLAS

2017 11 28

	Horizontal		Vertical	
	SLAS	non-SLAS	SLAS	Non-SLAS
平均	0.46	1.01	0.77	2.01
1 σ	0.72	1.87	1.39	3.25
2 σ	0.98	2.73	2.00	4.50
95%	0.96	2.65	1.95	4.53

[m]



- SLAS

(4) 補強サービス ~CLAS~

- CLAS

State Space

Representation; SSR

1/1000

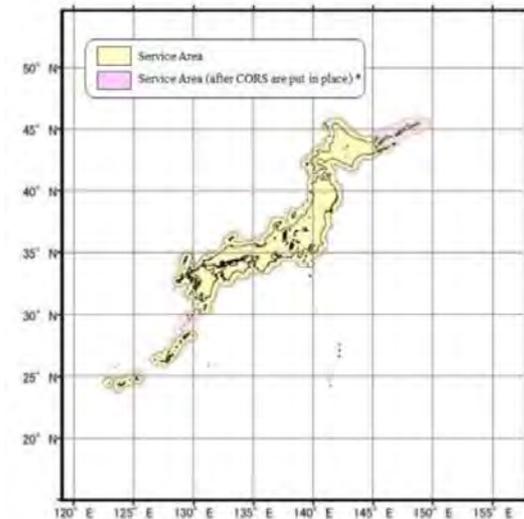
-

12

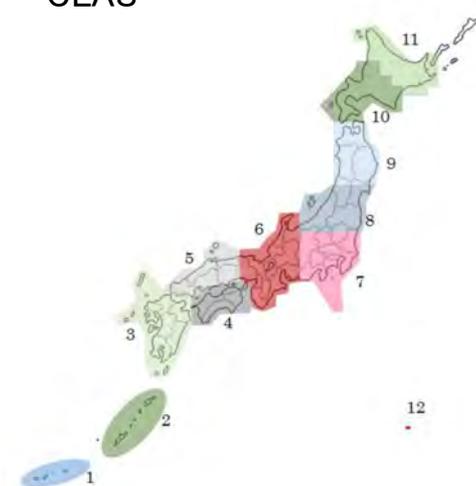
-

PPP-RTK(Precise Point
Positioning-Real Time Kinematic)
Quality Indicator

測位モード	測位精度 95%値	
	水平	垂直
静止体モード	6 cm以下	12 cm以下
移動体モード	12 cm以下	24 cm以下



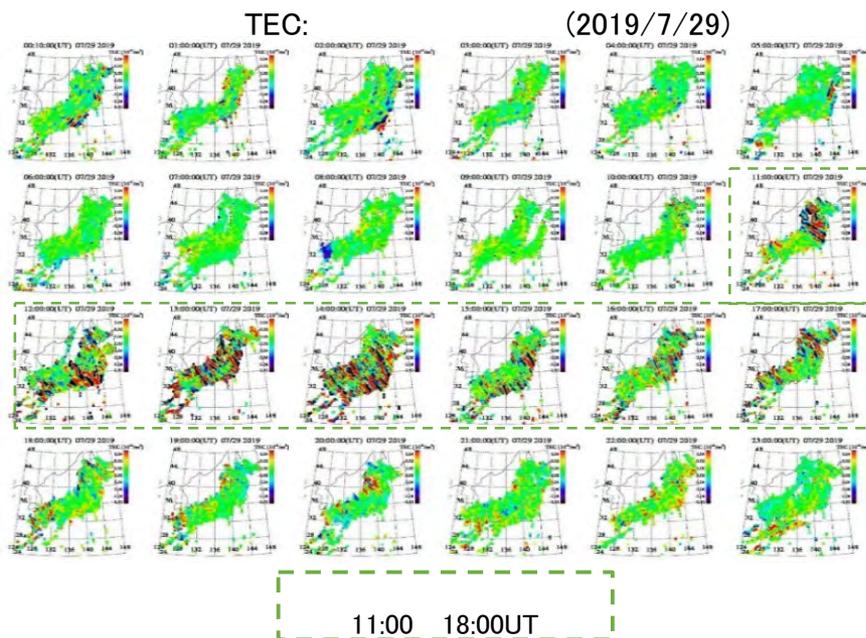
CLAS



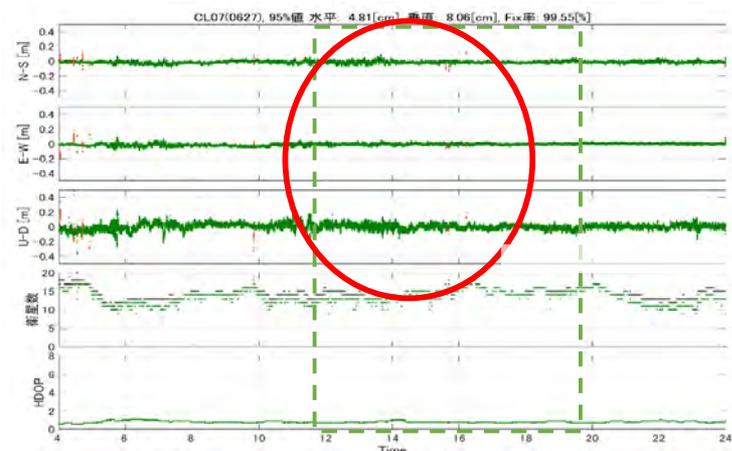
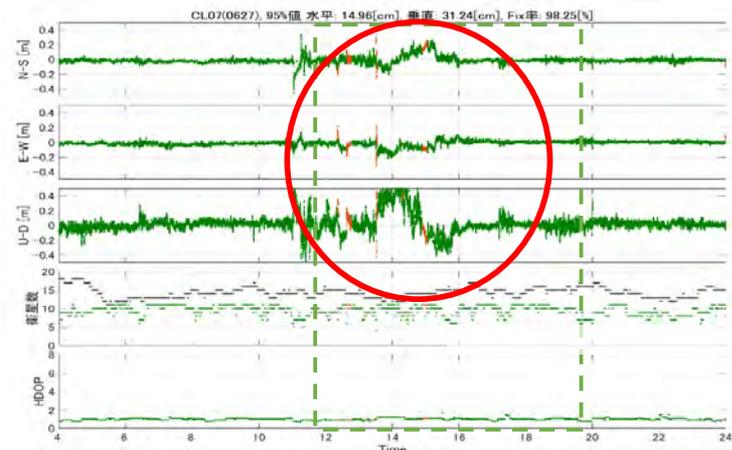
CLAS 12

(4) 補強サービス ~CLAS~

- CLAS



<http://seg-web.nict.go.jp/GPS/GEONET/>
TEC



	1	2-4,1R					Bit Rate	
	1	3	1					
L1C/A	○	○	○		1575.42 MHz	BPSK	50bps	GPS
L1C	○	○	○			BOC TMSBOC	50bps	
L1S	○	○	○			BPSK	250bps	
L2C	○	○	○		1227.60 MHz	BPSK	25bps	GPS
L5	○	○	○		1176.45 MHz	QPSK	50bps	GPS
L5S	-	○	○			QPSK	250bps	
L6	○	○	○		1278.75 MHz	BPSK	2kbps	
S	-	-	○		2GHz	上り) BPSK 64bps 下り) BPLK/SS 4.46kbps		